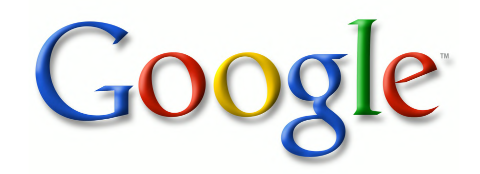


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

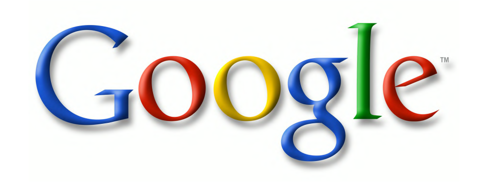
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

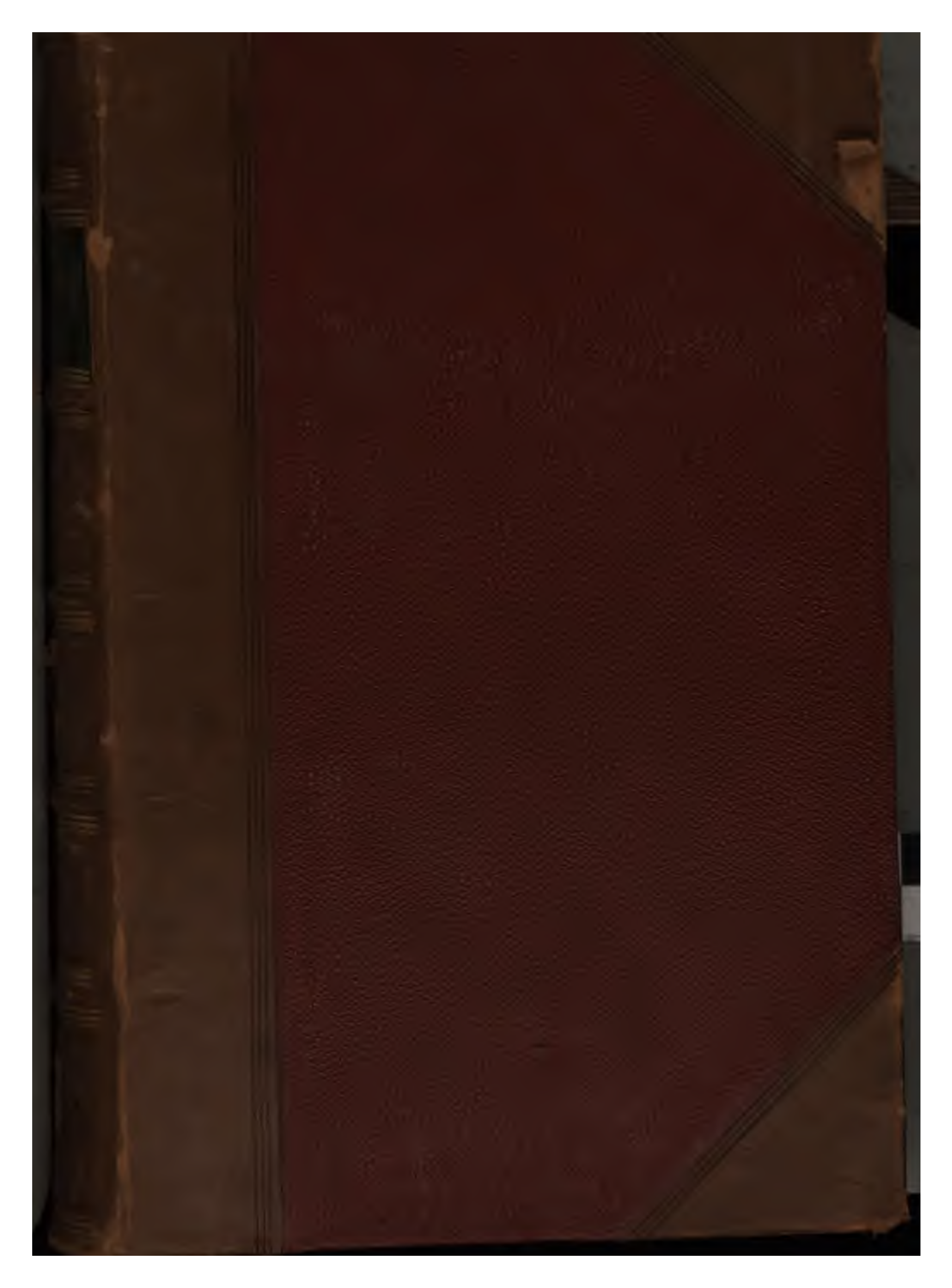
Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse http://books.google.com





G. 114. a. 15.



E. BIBL. RADCL.

1546 d 19



ÉLÉMENTS

D'HISTOLOGIE HUMAINE

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

ÉLÉMENTS

D'HISTOLOGIE HUMAINE

PAR

A. KÖLLIKER

Professeur à l'université de Würzburg.

DEUXIÈME ÉDITION FRANÇAISE

REVUE ET CORRIGÉE D'APRÈS LA CINQUIÈME ÉDITION ALLEMANDE

PAR

LE Dr MARC SÉE

Professeur agrégé à la Faculté de Paris, Chirurgien de l'hospice de Bicêtre.

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

M DCCC LXVIII

ÉLÉMENTS

D'HISTOLOGIE HUMAINE

INTRODUCTION

§ 1. **Introduction historique.** — La doctrine de la structure élémentaire des plantes et des animaux est un fruit des deux derniers siècles. Elle apparut avec Marcellus Malpighi (1628-1694) et Antoine de Leeuwenhoek (1632-1723), à l'époque où pour la première fois le microscope, alors fort simple encore, fut mis entre les mains des observateurs. L'antiquité et le moyen âge n'avaient aucune notion sur les parties constitutives élémentaires des corps vivants. Aristote et Galien parlent, il est vrai, de *parties semblables* et de *parties dissemblables* (*partes similares et dissimilares*); Fallope (1523-1562) conçut plus nettement encore l'idée de *tissus*, et en tenta même une classification (*Tractatus quinque de partibus similaribus*, in *Oper.*, t. II, Francf., 1600); mais il n'en est pas moins vrai que la structure intime des parties demeura tout à fait inconnue à ces investigateurs. Quelque brillants que fussent les premiers pas de la science naissante, guidée par ces hommes, puis par les Ruysch, les Swammerdam, etc., il ne fut pas donné cependant à ces observateurs de l'établir sur des bases positives. D'une part, les savants n'étaient pas encore suffisamment familiarisés avec l'observation microscopique pour avoir nettement conscience du but vers lequel ils tendaient; d'autre part, la culture d'une anatomie moins délicate, celle de la physiologie, de l'embryogénie et de l'anatomie comparée, absorbaient tous leurs loisirs. Aussi, abstraction faite de quelques observations isolées (*Fontana*, *Muys*, *Lieberkühn*, *Hewson*, *Prochaska*), l'histologie n'a-t-elle point fait de progrès notable pendant tout le XVIII[e] siècle, et n'était-elle encore, à cette époque, qu'un assemblage incohérent de faits isolés, sans liaison déterminée.

C'est seulement en l'année 1801 que le génie d'un homme devait élever l'anatomie générale au rang des autres branches de l'anatomie. Cet homme, il est vrai, n'enrichit point l'histologie proprement dite de grandes

très-modeste. Non-seulement, en effet, l'histologie ne possède pas même *une seule loi*, mais encore les matériaux qui doivent servir à fonder ces lois, sont relativement si insuffisants qu'il est impossible d'en tirer avec certitude un nombre considérable de principes généraux. Non-seulement il ne saurait être question d'une connaissance complète de la structure intime des animaux en général, mais il n'est point un seul être dont la composition nous soit connue d'une manière parfaite, sans en excepter l'homme, sujet si fréquent de nos investigations. Aussi n'a-t-il pas été possible jusqu'à présent de faire avancer la science vers le but qui lui est assigné.

Il serait injuste, cependant, de méconnaître ou de rabaisser ce que nous possédons; nous avons acquis déjà, on peut le dire, un riche trésor de faits, et aussi quelques principes généraux d'une grande valeur. Pour rappeler seulement les faits les plus importants, disons que nous connaissons d'une manière assez satisfaisante les *éléments* anatomiques des animaux supérieurs, ainsi que le développement de ces éléments. Nous sommes moins avancés pour ce qui est du mode suivant lequel ces éléments se réunissent pour constituer les *organes;* cependant la science a beaucoup progressé, sous ce rapport, dans ces derniers temps. Les organes de l'homme, en particulier, à l'exception du système nerveux, des organes des sens et de quelques glandes (foie, glandes vasculaires sanguines), laissent peu à désirer. Si le progrès continue comme dans ces derniers temps, dans un avenir peu éloigné, grâce *aux moyens d'investigation dont nous disposons*, la structure du corps humain sera parfaitement connue, et, sauf peut-être le système nerveux, il ne restera rien d'essentiel à accomplir dans cette direction. Il n'en est pas de même de l'*histologie comparée:* on commence à peine à s'en occuper, et eu égard au champ immense de ses investigations, ce ne sont pas des années, mais des dizaines d'années qui seront nécessaires pour la constituer. *Pour accomplir ici quelque chose de fructueux, il faut étudier les formes principales embrassant la structure générale des êtres, depuis les premières phases de leur développement ; prendre ainsi un aperçu sur toutes les divisions du règne animal, et chercher alors à en déduire les lois à l'aide de la méthode signalée plus haut.*

En ce qui concerne les *principes généraux* de l'histologie, la science a fait bien des progrès depuis Schwann ; mais la doctrine de Schwann n'en reste pas moins debout, dans ses parties essentielles. Cette proposition, que tous les animaux supérieurs se composent exclusivement de cellules, et que les parties élémentaires d'un ordre supérieur proviennent de cellules, cette proposition est toujours vraie, bien qu'il soit reconnu que la notion de cellule doit être prise dans un sens plus large que ne le faisait Schwann, et bien que nous sachions aujourd'hui que les cellules et leurs dérivés ne sont pas les seuls éléments existants ou possibles des animaux. De même, la doctrine de Schwann touchant la genèse des cellules, quoique notablement modifiée et étendue, se soutient toujours, en ce sens que le noyau reste toujours le principal facteur de la formation et de la mul-

tiplication des cellules. Quant aux lois qui président à la formation des cellules et des éléments d'un ordre supérieur, nos connaissances actuelles sont encore très-imparfaites; il en est de même relativement aux phénomènes primordiaux et élémentaires de la formation des organes. Cependant nous sommes entrés dans une voie où nous trouverons des lumières pour élucider également ces parties de la science. Il est indubitable que, d'une part, l'étude approfondie des *caractères chimiques des éléments anatomiques et des forces moléculaires qu'ils présentent*, telle qu'elle a été inaugurée par les recherches de Donders, du Bois, Ludwig et autres, jointe à l'*analyse microscopique* de plus en plus intime de ces éléments, comme celle qui a été faite pour les tubes nerveux et les fibres musculaires; et, d'autre part, l'*application de l'histologie à l'histoire du développement*, tentée déjà par Reichert, Vogt, moi et Remak, permettront de soulever de plus en plus le voile qui nous dérobe la vérité; et, lors même qu'il ne nous serait pas donné d'atteindre jamais le but auquel nous aspirons, nous nous en rapprocherons cependant de plus en plus.

Les acquisitions les plus importantes, au point de vue général, que nous ayons faites depuis Schwann, me paraissent être les suivantes : 1° la démonstration, tentée par Reichert, complétée par Virchow, des connexions intimes qui unissent le tissu conjonctif, le tissu élastique, le cartilage et les os, en d'autres termes, l'établissement du groupe des substances conjonctives; 2° la démonstration fournie par les recherches embryologiques de Reichert, moi et Remak, et par les recherches pathologiques de Virchow, de ce fait qu'il n'y a point de formation libre de cellules, et que toutes les cellules dérivent les unes des autres; 3° la démonstration fournie par moi que les exsudations figurées des cellules (formations cuticulaires) sont très-répandues et que beaucoup d'entre elles présentent une structure complexe (poreuse); 4° la découverte faite par Bergmann, Bischoff et moi, de corpuscules analogues aux cellules, mais dépourvus de membrane, corpuscules qui, d'après les travaux les plus récents, en particulier ceux de Lieberkühn et de M. Schultze, sont très-répandus chez les animaux inférieurs; 5° la démonstration de l'identité chimique et histologique du plasma originaire des cellules animales et végétales (Cohn, M. Schultze) et surtout la découverte de la *contractilité* comme propriété générale du protoplasme animal.

§ 3. **Moyens d'étude.** — Nous ne pouvons signaler ici que très-brièvement les moyens d'étude applicables à l'histologie.

Pour ce qui est de la *bibliographie*, les monographies les plus importantes seront citées dans les chapitres spéciaux; nous ne mentionnerons donc ici que les principaux ouvrages sur l'ensemble de la science. Il est juste de placer en tête, et comme la plus féconde des introductions à l'histologie, les *Recherches microscopiques* de Schwann, *sur l'analogie de structure et de développement des animaux et des plantes* (*Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*, Berlin, 1839). — En extrait dans Froriep's *Notizen*, 1838). Nous signalerons ensuite l'*Anatomie générale* de X. Bichat, Paris, 1801; les *Éléments d'anatomie générale* de P.-A. Béclard, Paris, 1823, 3ᵉ édition, avec additions de J. Béclard, 1853. — E.-H. Weber (*Handbuch*

der Anatomie des Menschen, de Hildebrandt, t. I. *Allgemeine Anatomie*, Braunschweig, 1830), ouvrage remarquable pour le temps, précieux encore aujourd'hui, et pour lui-même, et pour les renseignements bibliographiques qu'il renferme. — Bruns (*Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen*, Braunschweig, 1841), ouvrage bien fait, clair et méthodique. — Henle (*Allgemeine Anatomie*, Leipzig, 1841, traduit en français par Jourdan, Paris, 1843), exposition classique de l'état de la science en l'année 1840, contenant en outre les travaux propres de l'auteur et de nombreuses remarques physiologiques, pathologiques et historiques. — G. Valentin, art. *Gewebe*, in R. Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, t. I[er], 1842). — R.-B. Todd et W. Bowman (*The Physiological Anatomy and Physiology of Man*, London, 1841-56), ouvrage basé en grande partie sur des recherches personnelles, livre très-étendu et bien fait. — Quain's *Anatomy*, 6[e] édit., par W. Sharpey and G. Ellis, London, 1856, renfermant un exposé succinct, mais excellent, de l'histologie générale, par Sharpey. — Bendz, *Haandbog i den almindelige Anatomie*, Kiöbenhavn, 1846-47, riche en résumés historiques. — A. Kölliker, *Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen*, t. II, histologie spéciale, en deux moitiés, Leipzig, 1850-54, avec la représentation aussi complète que possible de la structure des organes et systèmes de l'homme. — Gerlach, *Handbuch der Gewebelehre*, 2[e] édit., Mayence, 1854; Harting, *Het Mikroskoop*, t. IV, p. 159-315, tab. III. — Schlossberger, *Erster Versuch einer allg. u. vergl. Thierchemie*, Leipzig, 1856-57. — Fr. Leydig, *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere*, Francfort, 1857 (trad. franç. par Lahillonne). — H. Frey, *Histologie und Histochemie des Menschen*, avec 388 fig., Leipzig, 1859. — J. Leidy, *An Elementary Treatise on Human Anatomy*, Philad., 1861. — J.-A. Fort, *Traité élémentaire d'histologie*, Paris, 1863. — G. Pouchet, *Précis d'histologie humaine*, d'après les travaux de l'école française, Paris, 1864. — Ch. Robin, *Programme du cours d'histologie* professé à la Faculté de médecine de Paris, Paris, 1864. — C. Morel, *Précis d'histologie humaine*, 2[e] édit., Paris, 1864, avec atlas de 60 pl. — Fr. Leydig, *Vom Bau des thierischen Körpers*, *Hand. d. vergl. Anatomie*, t. I, 1[re] moitié, Tübingue, 1864. — Fr. Leydig, *Tafeln zur vergleichenden Anatomie*, 1[er] cah., Tübingue, 1864. — A. Kölliker, *Icones histiologicæ*, ou *Atlas der vergleichenden Gewebelehre*, 1[er] cah., 1864, 2[e] cah., 1866. — Th. v. Hessling, *Grundzüge der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des Menschen*, Leipzig, 1866. — Henle, *Handb. d. syst. Anat. d. Menschen*, 1[er] et 2[e] vol., Braunschweig, 1857-1866.

Voyez, en outre, les *Comptes rendus annuels sur l'histologie* dans Valentin's *Repertorium* (de 1835 à 1842), Canstatt's *Jahresbericht* (1844-1856, par Henle; 1857-1860, par Th. v. Hessling; depuis 1861, par H. Frey), *Zeitschr. f. rat. Med.* (depuis 1856, par Henle), et Müller's *Arch.* (de 1833-1838, par J. Müller; depuis 1839, par C.-B. Reichert).

L'*histologie pathologique*, dont la connaissance est absolument indispensable à celui qui veut envisager dans sa généralité l'histologie normale,

offre peu de travaux d'ensemble. Je signalerai : *De la structure intime et des diverses formes de tumeurs*, de J. Müller; *Atlas d'histologie pathologique*, de J. Vogel; l'*Histologie pathologique* de Günsburg; la *Physiologie pathologique* de Lebert, 2 vol. et atlas, Paris, 1845; les *Principes d'histologie pathologique* de Wedl. En dehors de ces ouvrages, nous mentionnerons encore les mémoires si importants de R. Virchow, qui de tous les anatomo-pathologistes vivants est le plus versé dans l'histologie, mémoires consignés dans les *Archives* qui portent son nom, ou dans les *Actes de la Société physico-médicale de Würzburg*.

Des *planches* utiles se trouvent dans les divers ouvrages cités plus haut, à l'exception toutefois de ceux de Bichat, de Weber et de Bruns. Les planches représentant les injections de Berres (*Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers*, cah. 1-12, Wien, 1836-42) sont pour la plupart excellentes. Celles de R. Wagner (*Icones physiologicæ*, 2e édit., par A. Ecker), sur les tissus et les organes, sont remarquables. Nous citerons encore les planches de Langenbeck (*Mikroskopisch-anatomische Abbildungen*, livr. 1-4, Göttingen, 1846-51); de Donné (*Cours de microscopie*, avec atlas, Paris, 1844); de A.-H. Hassal (*The Microscopic Anatomy of the Human Body*, London, 1846-49); de Mandl (*Anatomie microscopique*); de Queckett (*Catalogue of the Histological Series in the Royal College of Surgeons of England*, London, 1850); les très-bonnes planches de Funke, annexées à la dernière édition de la *Chimie physiologique* de Lehmann (*Lehrbuch der physiologischen Chemie*, Leipzig, 1853, 2e édit.); enfin l'atlas du *Traité de chimie anatomique et physiologique* de Ch. Robin et F. Verdeil (Paris, 1853), et Th. v. Hessling et J. Kollman (*Atlas der allg. thier. Gewebelehre*, photographié d'après nature, 1re livraison, 1861, et 2e livr., 1862).

Quant à ce qui concerne le *microscope*, mon opinion est que, parmi ceux qui sont le plus facilement accessibles, les microscopes de Plössl, Hartnack (Oberhäuser), de Nachet, de Schiek, occupent le premier rang. En Angleterre, A. Ross, Powel and Lealand, Smith, Beck and Beck, M. Pillischer, S. Highley, Ch. Baker, construisent des instruments qui justifient pleinement leur réputation; mais il n'en peut pas être question en Allemagne. Parmi les microscopes de petites dimensions et d'un prix modéré, tout en étant parfaitement suffisants cependant pour l'usage des étudiants et des médecins, le microscope de Hartnack (place Dauphine, 21, à Paris), du prix de 115 à 150 francs, est le meilleur. Nous devons citer, en outre, Schiek, à Berlin; Plössl, à Vienne; Nachet, à Paris; C. Zeis, à Iéna; F. Belthle (successeur de Kellner), à Wetzlar; B. Hasert, à Eisenach; G.-F. Merz, à Munich. Pour plus de détails et pour les prix, voyez l'ouvrage de Frey sur le microscope.

Relativement à l'emploi du microscope, on pourra consulter J. Vogel (*Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes*, Leipzig, 1841), H. v. Mohl (*Mikrographie*, Tübingen, 1846), Harting (*Het Mikroskoop deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestandt*, Utrecht, 1848-54, 4 parties, traduit en allemand par F.-W. Theile, Brunswig, 1859); Purkynè, article MICROS-

KOP, in Wagner's *Handwört. der Physiologie*, t. II, 1844). Dans cet article, comme dans les ouvrages de Queckett (*A Practical Treatise on the Use of the Microscope*, London, 1848), de Robin, *Du microscope et des injections dans leurs applications à l'anatomie et à la pathologie* (Paris, 1848), et de Lionel Beale (*The Microscope and its Application for Clinical Medicine*, London, 1854, et *How to work with the microscope*, 3ᵉ édit., Londres, 1865), la préparation préliminaire de l'objet microscopique est indiquée avec beaucoup de soin, en partie du moins. Enfin des ouvrages bien dignes d'être recommandés sont ceux de Hannover, traduit du danois en allemand et enrichi de notes par O. Funke (*Das Mikroskop, seine Construction und sein Gebrauch*, Leipzig, 1854), de H. Schacht (*Das Microscop und seine Anwendung besonders für Pflanzenanatomie*, 3ᵉ édit., Berlin, 1862), et surtout de C. Nägeli u. S. Schwendener (*Das Mikroskop*, 1ʳᵉ partie, Leipzig, 1865), de H. Frey (*Das Mikroskop und die mikrosk. Technik*, 2ᵉ édit., Leipzig, 1865). Enfin il faut citer G. Valentin (*Die Untersuchung der Pflanzen und Thiergewebe im polarisirten Lichte*, Leipzig, 1861).

On peut acheter des *préparations microscopiques* chez le professeur Hyrtl, à Vienne (qui les échange également contre des animaux rares); à l'Institut microscopique de Wabern, près de Berne, ou chez Schäffer et Cᵉ, à Magdebourg; chez N. Herbst et Fr. Schöpf, à l'amphithéâtre de Würzbourg; chez Topping (4, New Winchester str., Pentonville Hill), Smith, Beck and Beck (31, Cornhill), Norman (14, Fountain place, City road), Pillischer (88, New Bond str.), Tennant (149, Strand), Stevens (24, Bloomsburg str.), Hett et autres, à Londres; chez Bourgoigne fils (rue de Rennes, 9, près du Luxembourg), à Paris, et chez le prof. Richiardi, à Bologne. Des injections admirables, faites avec des substances opaques, sont fournies par Hyrtl et par les Anglais; des injections transparentes, non moins belles, par Smith, Beck and Beck (préparations de Thiersch) et Richiardi. Bourgoigne tient surtout les parties dures des animaux supérieurs et des tissus mous; les Anglais, outre les injections, toutes espèces de parties dures, même d'animaux fossiles; Herbst et Schöpf, des dents, des os, des écailles, des corps calcaires et des axes de gorgonides, des parties dures des échinodermes et des éponges. Les collections privées ou publiques de préparations microscopiques les plus complètes se trouvent : à Vienne, chez Hyrtl (injections), et chez Lenhossek (système nerveux central); à Utrecht, chez Harting (injections, préparations d'os, de muscles, de nerfs); à Londres, au Collége des chirurgiens (tissus animaux et végétaux de toutes sortes), chez Tomes (préparations d'os et de dents), chez Carpenter (préparations dures d'animaux inférieurs), Lockhart Clarke (système nerveux central), L. Beale (injections, terminaisons des nerfs), A. Farre (membranes de l'œuf, placentas), Bowerbank (éponges); à Manchester, chez Williamson (dents et os, particulièrement des ganoïdes et sauriens); en Russie, chez Reissner, à Dorpat (parties dures des animaux, système nerveux), Jacubowitsch et Owsjannikow (système nerveux central); en Suisse, chez Goll, à Zürich (système nerveux central), chez

H. Frey (injections), chez His, à Bâle (injections). En Allemagne, il y a, à ma connaissance, de grandes collections de préparations microscopiques, outre celle de Hyrtl, à Giessen, chez Leuckart; à Halle, chez Welker; à Erlangen, chez Gerlach et Tiersch (injections); à Cassel, chez Stilling (système nerveux central); à Francfort, au Mikr. Verein; à Bonn, chez M. Schultze, et à Würzbourg, à l'Institut microscopique (préparations de H. Müller et de moi), et à l'Institut pathologique (préparations de Förster).

LIVRE PREMIER

HISTOLOGIE GÉNÉRALE

CHAPITRE PREMIER

DES PARTIES ÉLÉMENTAIRES.

§ 4. **Des parties élémentaires simples et composées.** — Lorsqu'on examine à l'aide d'un fort grossissement les parties constituantes solides et liquides du corps humain, on s'aperçoit que les plus fines particules visibles à l'œil nu, telles que granulations, fibres, tubes, membranes, ne sont pas encore les éléments ultimes, et qu'au contraire elles contiennent, outre une *substance intermédiaire* homogène liquide, demi-liquide ou même solide, qu'on rencontre partout, des particules plus petites, lesquelles varient dans les divers organes, et se présentent toujours les mêmes dans les organes semblables. Ces particules, dites *parties élémentaires*, sont elles-mêmes de diverses sortes; mais en les étudiant attentivement, particulièrement au point de vue de leur développement, on reconnaît que l'immense majorité de ces éléments peut être ramenée à une forme fondamentale simple, les *cellules*, qui non-seulement apparaissent comme point de départ de tout organisme végétal et animal, mais encore composent, soit à l'état de cellules, soit après avoir subi des transformations variées, le corps de l'animal parfait; dans les formations végétales et animales les plus simples, elles possèdent même une indépendance complète (végétaux et animaux unicellulaires). Comparées aux cellules et à leurs dérivés, les autres formes élémentaires qui se présentent, à savoir : les *cristaux*, *granulations*, *vésicules* et *fibres* contenus dans les substances interstitielles, n'ont qu'une importance secondaire, et l'on peut d'autant mieux s'abstenir de les étudier en particulier que beaucoup d'entre elles (granulations et vésicules des liquides glandulaires, filaments séminaux) résultent de cellules détruites, et que chez les autres (fibrilles du tissu conjonctif, fibres élastiques, fibres de la substance fondamentale de certains cartilages et os, fibres des formations cuticulaires), au moins les substances interstitielles qu'elles renferment, ont, en raison de leur mode de développement, les connexions les plus intimes avec les cellules. En outre, ces dernières formes, bien qu'elles participent parfois dans une assez large proportion à la constitution des organes, n'ont cependant qu'une signification physiologique très-subordonnée, tandis que les granulations et les vésicules ont une importance plus grande, et cela parce qu'elles se rencontrent également presque toutes

dans l'*intérieur* des cellules, et interviennent diversement et souvent considérablement dans les phénomènes biologiques des cellules.

Tant que régna l'opinion de Schwann et de Schleiden, d'après laquelle les cellules se forment librement dans les substances interstitielles du corps, l'histologie devait accorder une importance très-grande à ces substances et aux particules naturellement figurées qui s'y rencontrent (granulations, vésicules, noyaux libres en apparence). Dès lors il semblait rationnel de prendre ces substances comme point de départ de toute l'étude. Mais il a été démontré que ce mode de formation des cellules n'existe point, et qu'au contraire tout l'organisme provient, en série non interrompue, de la cellule représentée par l'œuf; les substances interstitielles passent donc au second plan, et il devient plus naturel de faire de la cellule le point central de la description des éléments anatomiques.

ARTICLE I. — DES CELLULES.

§ 5. **Composition des cellules.** — Les cellules, désignées aussi sous les noms de *cellules élémentaires*, *cellules à noyau*, sont des vésicules closes de toutes parts, qui ont en moyenne de 10-20 μ (1) de diamètre (fig. 1). On distingue dans toute cellule complète une *enveloppe* spéciale ou *membrane de cellule* et un *contenu*. Ce dernier consiste en une substance particulière, le plus souvent visqueux, le plasma *cellulaire* ou *protoplasme*, souvent aussi en particules figurées de diverses espèces; il contient, en outre, un corpuscule arrondi distinct, le *noyau de cellule* (*nucleus*), lequel présente lui-même, dans son intérieur, un peu de liquide et un corpuscule plus petit encore, ou *nucléole* (*nucleolus*). Les *jeunes cellules* manquent toutes de membrane, et ne sont au début que des segments de la substance vitelline dépourvus d'enveloppe et renfermant chacun un noyau (sphères de segmentation); et comme ces éléments peuvent se rencontrer en nombre plus ou moins considérable, même chez certains animaux complétement développés, il convient de les désigner sous un nom spécial, celui de *cytoblaste* ou *protoblaste*, par exemple, pour les distinguer des *cellules* parfaites, pourvues d'une membrane. Or, ces cellules et ces protoblastes, qu'il faut se représenter comme doués de fonctions spéciales et capables d'attirer en elles les substances extérieures, de les élaborer, de s'accroître, de se contracter et de se multiplier, doivent être considérés comme les *unités morphologiques essentielles* du corps, attendu que, dans l'origine, l'animal est constitué par une cellule, l'œuf, et que chez les animaux multicellulaires,

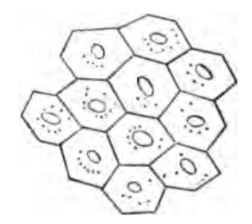


Fig. 1.

(1) Toutes les mesures, dans cette édition, seront données en millimètres, et, comme cela a été proposé par Listing et J. Vogel, les millièmes de millimètre seront appelés *micromillimètres* et représentés par μ. Ainsi, 1μ = 0mm,001; 10μ = 0mm,010; 100μ = 0mm,100; 1,5 μ = 0mm,0015.

Fig. 1. — Épiderme d'un embryon humain de deux mois; il est encore mou comme un épithélium. Grossissement de 350 diamètres.

quelle que soit la complication de leur structure, tous les éléments anatomiques ultérieurs peuvent être dérivés en série non interrompue de la première cellule de l'œuf. Mais ce n'est pas seulement au point de vue anatomique que les cellules nous apparaissent comme les véritables unités originelles de la nature organique; il en est exactement de même quand on se place au point de vue physiologique, et toute histoire scientifique des phénomènes de la vie doit avoir la cellule pour point de départ.

L'étude exacte des parties élémentaires des animaux ne commence qu'en 1838 avec Schwann. Depuis longtemps les botanistes avaient trouvé que l'organisme végétal se formait exclusivement au moyen de particules vésiculaires microscopiques, les cellules végétales; Schwann formula cette proposition que le corps animal se développe et se trouve composé également par de semblables particules. Depuis cette époque, on accorda une attention de plus en plus grande à l'étude des plus petits éléments et l'on reconnut que la théorie cellulaire de Schwann était incomplète sous plusieurs rapports. Quelques-uns allèrent même jusqu'à la renverser complétement, pour lui substituer une autre théorie, qu'on peut appeler la *théorie* des *globules* ou des *granulations*, et suivant laquelle de petites masses arrondies de substances organiques, *dépourvues d'enveloppe* et présentant un noyau dans leur intérieur, constitueraient les véritables éléments des animaux. Il y a longtemps, Fr. Arnold fit une tentative de cette nature, en considérant les parties élémentaires du corps comme des globules sans enveloppe; mais cette tentative resta sans effet notable, parce qu'elle n'était fondée sur aucune recherche précise relativement aux membranes de cellules admises par Schwann. Une importance bien autrement grande s'attache aux recherches faites pendant les années 1841 à 1843 par Bergmann, Bischoff et moi, recherches d'après lesquelles les premiers éléments qui se montrent dans le vitellus, pendant le développement embryonnaire des batraciens, des mammifères et des nématodes, sont, non point des cellules, mais bien des amas de granulations vitellines, sans enveloppe, avec noyau, *observations qui furent le point de départ du premier progrès véritable dans une direction nouvelle*. Plus tard, je soumis ces éléments, que l'on a appelés sphères de segmentation, à une étude plus complète (*Entwickl. d. Cephalopoden*, 1844) et sous le nom de sphères enveloppantes, je les rangeai à côté des cellules, comme un genre particulier de corpuscules élémentaires. Guidé par l'histoire du développement, je fis voir que chez *tous* les animaux dont le vitellus se segmente, les premiers éléments de l'organisme sont des productions d'apparence celluleuse, mais sans enveloppe, et je démontrai que dans les périodes ultérieures du développement, bon nombre de ces éléments se transforment en véritables cellules, par suite de la formation d'une membrane d'enveloppe. Je fis remarquer, en outre, qu'il était possible que, en certaines régions, ces éléments sans enveloppe prolongeassent leur existence bien au delà de la période embryonnaire et même se transformassent en d'autres éléments, tels que les fibres musculaires, sans être jamais devenus de véritables cellules; ou enfin qu'on les rencontrât même dans l'organisme parfait, sous leur forme primitive de sphères enveloppantes (*loc. cit.*, p. 151 à 153).

Or, parmi ces propositions, j'ai toujours maintenu résolûment celle qui se rapporte à la nature des premiers éléments de l'embryon, bien que divers auteurs, particulièrement Reichert et Remak, et un moment aussi M. Schultze, eussent attribué une membrane aux sphères de segmentation. Il arriva même graduellement que cette proposition fut à peu près généralement acceptée. Les autres questions, au contraire, considérées comme moins importantes, passèrent au second rang, car dès qu'il fut démontré que les premiers éléments de l'embryon manquent d'enveloppe et deviennent plus tard des cellules, il importait peu que cette transformation s'opérât plus tôt ou plus tard. Cette circonstance ne prit un aspect différent que dans ces derniers temps, et cela par suite de considérations qui, au premier

abord, ne semblent point avoir de rapport direct avec elle, et qui sont tirées de l'étude des animaux et des plantes les plus simples.

Pour ce qui est des animaux, une étude minutieuse des formes animales les plus simples fit connaître peu à peu une série de faits qui, dans l'hypothèse, qu'on ne saurait rejeter, que ces animaux sont également composés de cellules ou du moins correspondent à une cellule, conduisent inévitablement à cette conclusion que la membrane de cellule n'est pas une partie indispensable des éléments de l'organisme. Voici quelques-uns de ces faits :

1° *Il existe des animaux qui répondent à une cellule unique et dont le corps ne présente aucune trace d'une membrane d'enveloppe.* A cette catégorie appartiennent, en premier lieu, les rhizopodes, que, antérieurement déjà à l'époque de Schwann, Desjardins avait montrés constitués simplement par une substance contractile homogène; plus tard, instituant nos recherches spécialement au point de vue de la théorie cellulaire de Schwann, je constatai le même fait sur l'actinophrys, M. Schultze sur divers genres d'animaux d'eau douce et d'eau salée, nous fûmes conduits à la même conclusion. Tel aussi a été le résultat des recherches sur un grand nombre d'infusoires instituées dernièrement par Stein, M. Schultze et par moi, contrairement à l'opinion de Frey, Leuckart, Lachmann et Claparède, d'après laquelle tous les infusoires seraient pourvus d'une cuticule.

2° *Chez certains animaux évidemment multicellulaires, on rencontre des tissus dont les éléments constituants ne présentent aucune trace de membrane.* C'est ce qui a lieu, d'après les belles observations de Lieberkühn, chez les spongilles et, d'après mes propres observations, dans beaucoup d'éponges. Les spongilles, et très-probablement d'autres éponges également, présentent en outre cette particularité remarquable que les corps de cellule se confondent de temps en temps en une sorte de parenchyme contractile homogène, pour reparaître de nouveau isolés quelque temps après. D'autre part, chez les *radiolaires*, on trouve, d'après les recherches de E. Häckel, dans le sarcode extra- et intra-capsulaire, des tissus qui résultent de la fusion d'un grand nombre de cellules en une substance contractile homogène, mais qui se distinguent de ceux des spongilles en ce que cette fusion des éléments est *permanente*. Chez les noctiluques, enfin, qui, suivant l'observation de Th. W. Engelmann, est un animal multicellulaire, on distingue dans certaines régions des noyaux de cellule, mais nulle part on ne reconnaît les limites de ces cellules.

3° On peut enfin faire remarquer que même dans les plantes, où l'existence d'une membrane de cellule est un fait si généralement répandu, on trouve des éléments qui en sont dépourvus. Ici se placent les spores des algues et de quelques champignons, les jeunes mycétozoaires et le chytridium à leur période amiboïde. On observe même, chez les mycétozoaires, la fusion des corpuscules d'apparence celluleuse en grandes masses, comme cela a lieu dans les éponges.

En raison de ces faits, on attacha plus d'importance aux observations plus anciennes sur les sphères de segmentation et à nombre d'observations isolées, relatives aux éléments de certains animaux supérieurs complétement développés, éléments qui ne présentaient aucune trace de membrane, comme les cellules nerveuses centrales, les cellules des muscles lisses, ou du moins dont les membranes n'avaient pu être démontrées avec le degré de certitude nécessaire, comme dans les cellules profondes des formations épidermiques stratifiées, les cellules lymphatiques, etc.; et c'est ainsi qu'il advint qu'en 1861, presque simultanément, trois histologues distingués, M. Schultze, E. Brücke et L. Beale, rappelèrent à la vie, en la modifiant, l'ancienne doctrine d'Arnold, que nous avons désignée plus haut sous le nom de théorie des globules ou granules. Du reste, les opinions de ces trois investigateurs ne concordent que partiellement; c'est ce qui nous oblige à les exposer séparément.

E. Brücke se tient à un point de vue *négatif*. Selon lui, la *membrane* n'est pas un attribut nécessaire de la cellule; elle leur fait probablement défaut d'une manière générale dans les premiers temps de leur existence, et là où elle existe, elle ne se forme que plus tard, par une condensation graduelle. De même, Brücke soutient

qu'il n'est point démontré que le noyau constitue un élément essentiel de la cellule, puisqu'il n'a point été observé jusqu'ici dans les cellules de certains cryptogames, et quand on le trouve, il n'est nullement certain qu'il joue un rôle important dans l'acte de la reproduction des cellules. Si l'on demande après cela ce qu'est en somme une cellule ou un *organisme élémentaire*, on n'obtient aucune réponse précise; cependant il ressort de toute la description de Brücke qu'il considère ce dernier comme un petit amas de protoplasme, qui peut être muni d'un noyau, ou d'une membrane, ou des deux à la fois, mais qui ne les présente pas nécessairement.

M. Schultze s'éloigne moins de l'ancienne manière de voir; selon lui, l'idée de cellule comprend deux choses, un *noyau* et du *protoplasma*, qui toutes deux participent à la production des parties constituantes correspondantes d'une autre cellule. Schultze fonde cette proposition particulièrement sur l'observation des cellules embryonnaires, qu'il considère comme le vrai type des cellules, et qui, d'après lui, ne possèdent point de membranes, preuve que celles-ci ne peuvent être envisagées comme une partie indispensable de la cellule. Une autre proposition de Schultze, c'est que les cellules dépourvues de membrane sont les seules qui se multiplient par scission en totalité, et que la formation d'une membrane à la surface d'un protoplasme est plutôt l'indice d'une période régressive commençante; de sorte qu'on pourrait soutenir que la membrane appartient si peu à la notion de cellule, qu'elle serait *même* à considérer comme un signe de décrépitude, ou du moins qu'elle annoncerait une période dans laquelle la cellule a déjà perdu une portion notable des aptitudes fonctionnelles qu'elle possédait dans l'origine.

Quant à Lionel Beale, il est encore difficile de saisir exactement sa manière d'envisager les éléments des organismes. Ce qui est certain, c'est que lui aussi donne peu d'importance à la membrane de la cellule, qu'il regarde comme une portion peu constante de cette dernière. De même, il insiste peu sur les noyaux; mais il leur fait jouer cependant un certain rôle dans la formation de nouveaux éléments, car il dit : « Quand d'un élément il en naît d'autres doués de propriétés différentes, ceux-ci naissent toujours dans cet élément par des centres nouveaux (noyaux ou nucléoles). » Les parties constituantes essentielles des éléments organiques sont, d'après L. Beale, au nombre de deux: 1° la *substance germinative (germinal matter)*, qui seule participe au mouvement nutritif, vit, croît et se multiplie; 2° une *substance figurée*, située *en dehors* de la précédente (*formed material*), qui dérive de la substance germinative, mais qui, une fois formée, se tient dans un état purement passif. La première correspond à notre protoplasme ou au noyau, ou aux deux réunis; la seconde comprend la membrane de cellule, les sécrétions, les dépôts, les couches qui augmentent l'épaisseur de la membrane, les plasmas et parties figurées qui prennent naissance dans l'intérieur de la cellule. Or, d'après Beale, les deux substances se trouvent ordinairement réunies dans le même élément; mais on peut aussi n'y rencontrer que de la substance germinative, comme par exemple dans les corpuscules du pus. Beale, par conséquent, s'accorde assez bien, sous ce rapport, avec Schultze et Brücke, si ce n'est que, comme ce dernier, il semble admettre aussi des éléments sans noyau.

En face de ces opinions, j'ai pris dans la quatrième édition de cet ouvrage et dans mes *Icones histiologicæ*, 1er cahier, une position moyenne, que je veux exposer dans les lignes suivantes d'une manière plus précise que cela n'a été fait jusqu'ici.

Je placerai en tête cette proposition que la cellule a son développement et son histoire comme un organisme entier et comme le règne animal, et que par conséquent la notion de cellule doit être tirée non d'un seul des phénomènes que présentent ces éléments, mais bien de l'ensemble de ces phénomènes. Si, partant de ce point de vue, nous suivons les diverses phases de la vie des cellules, telles qu'elles se montrent surtout dans le développement de l'embryon, nous trouvons les suivantes :

1° La période *des sphères de protoplasme*, ou des *protoblastes sans noyau*, telle

que les représente le contenu de l'œuf fécondé, après la disparition de la vésicule germinative.

2° *La phase des sphères de protoplasme avec noyau, mais sans membrane d'enveloppe*, ou des *protoblastes à noyau*, comme on les voit figurés par les sphères de segmentation de tous les animaux.

3° *La période des vraies cellules*, avec enveloppe, protoplasme et noyau, telles que les présentent un grand nombre d'éléments chez les animaux complétement développés.

4° Enfin la période des *cellules transformées*, dans lesquelles une ou plusieurs des parties constituantes de la cellule ont subi de notables modifications.

Quelques explications au sujet de chacune de ces périodes.

1. On peut aujourd'hui considérer comme une chose certaine que, chez les animaux, le noyau de la cellule que représente l'œuf, ou la vésicule germinative disparaît après la fécondation. Par conséquent, un contenu cellulaire sans noyau, c'est-à-dire le protoplasme de l'œuf ou le vitellus, est le premier élément du nouvel être qui va se développer, et de cet élément naîtront bientôt, par suite de la formation du premier noyau embryonnaire et de la première sphère de segmentation, un protoblaste à noyau, puis un grand nombre d'éléments semblables. De ce fait on peut, je crois, tirer avec quelque vraisemblance cette conclusion que le premier phénomène du développement des êtres organisés consiste peut-être dans la production d'amas de protoplasme sans noyaux; mais il ne s'ensuit nullement que le noyau n'est point une partie constituante essentielle de l'organisme élémentaire, comme le croît Brücke, car 1° le vitellus fécondé et sans noyau a été lui-même précédemment un contenu de cellule avec noyau, et 2° il ne présente point une conformation typique ni une délimitation tranchée, lesquelles n'apparaissent qu'au moment où se produit en lui le premier noyau embryonnaire. Aussi ne puis-je croire qu'il existe un organisme indépendant ou une partie élémentaire d'un organisme complexe qui, à une époque quelconque, n'ait présenté un noyau, et j'estime qu'en face du nombre considérable d'observations positives, les quelques faits négatifs tirés du règne végétal ou animal sont d'un poids insignifiant dans la balance. Ce qui, à mon avis, constitue la grande importance du noyau, c'est qu'il imprime au protoplasme une forme et une fonction déterminées, et c'est cette propriété qui en fait le véritable organe de reproduction de la cellule.

2. Le premier noyau de tout embryon qui naît d'un œuf fécondé, se développe d'une manière indépendante dans le protoplasme vitellin, et constitue une formation nouvelle. Or, dans certains cas, ceux de la segmentation totale, ce premier noyau détermine la formation d'un protoblaste indépendant, nettement délimité, la première sphère de segmentation, d'où naissent ensuite constamment de nouveaux protoblastes, par suite de la scission continue du noyau. Dans d'autres cas, ceux de la segmentation partielle, l'apparition du premier noyau et sa multiplication ne déterminent pas immédiatement la transformation du protoplasme de l'œuf en globules indépendants; il ne se produit d'abord que des amas de protoplasme incomplétement séparés entre eux, avec un grand nombre de noyaux, phase qui, chez certains animaux très-simples (quelques éponges, radiolaires, noctiluques), persiste toute la vie. D'autre part, l'étude des premières phases du développement des insectes, convenablement interprétées (voy. Weismann, *Die Entwickl. d. Dipteren*, 1864), permet d'admettre que dans un protoplasme un grand nombre de noyaux peuvent apparaître simultanément et indépendamment les uns des autres, et que consécutivement s'opère la division en protoblastes multiples. Les amas continus de protoplasme avec noyaux qu'on observe dans ces deux derniers cas, ne méritent pas le nom d'organismes élémentaires ou protoblastes; je ne considère comme tels que les masses complétement distinctes qui se forment plus tard, aussi bien dans la membrane germinative des insectes que dans les cas de segmentation partielle. De même, je ne saurais, avec M. Schultze, voir un protoblaste dans toute accumulation de protoplasme avec noyau, comme, par exemple, les prétendus corpuscules muscu-

laires que l'on trouve dans les fibres musculaires striées. De pareilles accumulations pourraient bien se constituer plus tard en organismes élémentaires indépendants; telles qu'elles sont, elles manquent de la chose essentielle, l'unité de forme et de fonction. C'est le rôle principal des noyaux de provoquer cette unité; mais il ne suffit, pour cela, de leur simple présence, comme le prouvent les nombreux exemples de protoblastes et de cellules à noyaux multiples.

3. Comme toute plante et tout animal, d'après les observations qui ont pu être faites jusqu'ici, ont pour origine une véritable cellule (*œuf*, *spore*); comme, d'autre part, les plantes ne sont composées, pour ainsi dire, que de cellules, et que chez les animaux l'immense majorité des éléments qui persistent dans des connexions très-simples, bien qu'ils aient atteint tout leur développement, ne sont autre chose que des cellules, je suis fermement convaincu que la cellule vésiculeuse seule peut être considérée comme une partie élémentaire complétement développée. Cette proposition n'est nullement de nature à rabaisser l'importance du protoplasme et à exagérer celle de la membrane. Je crois, comme M. Schultze et L. Beale, que le plasma cellulaire (protoplasme et noyau) est la partie la plus importante et la plus active de la cellule, opinion qui, du reste, est admise par tous les histologues depuis Schwann. Il faut éviter cependant de pousser trop loin la glorification de ce plasma et du protoplasme en particulier, comme c'est aujourd'hui la mode de le faire dans la nouvelle école. Les membranes de cellule ont également leur signification physiologique et leur mouvement nutritif, de même que les liquides et dépôts formés dans la cellule aux dépens du protoplasme, ainsi que les substances intercellulaires, et certainement on n'est pas en droit de refuser le nom de cellules aux globules rouges du sang des mammifères, puisqu'ils ne contiennent point de noyau (M. Schultze), ou de leur dénier tout mouvement nutritif, puisqu'ils ne présentent plus de *germinal matter* (L. Beale).

4. Ce sont les cellules modifiées qui montrent le mieux combien il est illogique de baser la notion de cellule exclusivement sur les phénomènes d'une seule période. Les principales modifications me paraissent être les suivantes : *a*. la *disposition du noyau* (globules rouges du sang, beaucoup de lamelles épidermiques, vieilles cellules de la corde dorsale des poissons[1]; *b*. la *disparition du protoplasme* (petites écailles des formations cornées); *c*. la *transformation du protoplasme en une substance différente* (cellules adipeuses, cellules de la corde dorsale des poissons); *d*. la *fusion d'un grand nombre de membranes de cellule entre elles* (cartilage de beaucoup d'animaux); *e*. l'*épaississement de la membrane de cellule, au point d'amener la disparition presque complète du contenu* (vieilles cellules des cartilages costaux); *f*. la *fusion des cellules* in toto *en une substance homogène* (certaines cellules des mycétozoaires).

Relativement à la dénomination des éléments organiques sans enveloppe, je ferai observer que je suis d'avis aujourd'hui qu'il convient de remplacer par un autre le nom de *sphères enveloppantes*, sous lequel je les ai désignés autrefois. Comme le nom de *cytoblastes*, que dans son temps Schleiden avait donné aux noyaux de cellule, n'est plus usité, on peut très-bien s'en servir quand il s'agit d'éléments destinés à devenir dans la suite de véritables cellules. Pour désigner les éléments qui ne doivent jamais s'entourer d'une membrane, on emploiera le mot *protoblaste*. Enfin, pour désigner d'une manière générale les parties élémentaires de l'organisme, il me semble que le mot *cellule* peut être conservé, et quand il sera nécessaire de signaler spécialement l'existence d'une membrane, je me servirai de la dénomination de *vraie cellule*.

Contrairement aux principes nouveaux d'une physiologie toute physique, la cellule doit être maintenue comme l'unité anatomique et fonctionnelle, comme le véritable élément fondamental de l'organisme, qui se conserve et se développe par son activité propre. Si l'on considère, d'une part, que depuis longtemps l'histoire du développement nous a montré que c'est uniquement la cellule constituant l'œuf qui, par une série non interrompue de transformations, forme l'organisme tout entier,

et, d'autre part, que les recherches modernes ont prouvé de plus en plus qu'il n'y a point de formation libre de cellules, on sera nécessairement conduit à prendre également la cellule pour point de départ de toute étude physiologique. Il est bien entendu qu'il ne peut être question ici de la création première des êtres organisés, qui n'est point du domaine de la véritable science. Naturellement cette prétention n'exclut pas l'étude des phénomènes physiques et chimiques dont les cellules sont le siége; bien plus, un des principaux desiderata de l'histologie est précisément la connaissance plus exacte du mode d'activité des cellules (voy. § 2). De même que pour la physiologie, les phénomènes de la vie des cellules sont du plus haut intérêt pour la pathologie. Si la *physiologie cellulaire* (c'est ainsi qu'on peut appeler la science des fonctions normales des cellules et de leur provenance), à laquelle ont travaillé, depuis Schwann, tous les histologues intelligents et aussi quelques physiologistes, est le véritable point de départ de la physiologie, on peut dire aussi qu'au point de vue des lésions morbides, la *pathologie cellulaire*, créée par Virchow, est le point autour duquel tourne toute connaissance plus approfondie. *Dans le domaine de l'une et l'autre science, du reste, tout ne se borne pas à la connaissance des phénomènes qui se manifestent dans les éléments celluleux. Les substances interstitielles de toutes sortes*, qu'elles contiennent ou non des particules figurées, *doivent également être prises en considération*, et c'est seulement quand nous connaîtrons les fonctions de toutes les parties constituantes de l'organisme et leurs actions réciproques si variées, que sera édifiée définitivement la science des phénomènes de la vie et de leurs perturbations.

§ 6. Volume et forme des cellules; enveloppe ou membrane de cellule. — Un examen plus approfondi des caractères des cellules conduit aux résultats suivants. Leur *forme fondamentale* est celle d'une sphère ou d'une lentille. Cette forme est commune à toutes les cellules dans les premiers temps de leur vie, et elle est permanente pour beaucoup d'entre elles, en particulier pour celles qui nagent dans un liquide (cellules adipeuses, globules blancs du sang et autres). Parmi les autres formes qu'on rencontre, les plus habituelles sont : 1° la *forme lenticulaire* ou *discoïde* (globules rouges du sang; 2° la forme *polygonale* (cellules d'épithélium pavimenteux); 3° la forme *conique* ou *pyramidale* (épithélium vibratile); 4° la forme *cylindrique* (épithélium à cylindres); 5° la forme en *fuseau* (épithélium des vaisseaux); 6° la forme *étoilée* (cellules nerveuses).

Le *volume* des cellules peut descendre, d'une part, jusqu'à 4-6 μ de diamètre, comme dans beaucoup de jeunes cellules, dans les globules du sang, etc.; et d'autre part, il peut s'élever à 40-80 μ, comme dans les vésicules du sperme et dans les cellules ganglionnaires. Les plus grandes cellules animales sont les cellules des glandes salivaires des insectes, qui mesurent jusqu'à 200 μ; les cellules vitellines ou œufs, notamment celles des oiseaux, des amphibies et des poissons, et quelques animaux formés par une cellule unique, laquelle atteint jusqu'à $1^{mm},5$ de diamètre (telles sont certaines grégarines).

La *membrane* des cellules est tantôt très-mince, lisse, à peine isolable, et figurée par un simple contour sous le microscope; tantôt assez résistante et d'une épaisseur appréciable; tantôt, enfin, elle est très-épaisse et généralement formée, dans ces cas, de couches concentriques.

Pour ce qui est de la *structure* des membranes de cellules, on les considé-

rait autrefois comme parfaitement homogènes. Mais depuis que j'ai montré que la couche déposée sur une des parois des cellules cylindriques de l'intestin est percée de canalicules ou pores, et qu'une série d'autres canalicules, connus en partie depuis longtemps (formations cuticulaires des articulés et des mollusques), ont également la signification de vacuoles dans les excrétions des cellules, il est devenu vraisemblable que les membranes de cellule elles-mêmes peuvent avoir des ouvertures, et effectivement on a constaté en certains points des indices de semblables ouvertures, comme sur les œufs de quelques animaux, et sur les cellules des cartilages de l'oreille, chez le chien. Dans certaines membranes de cellule, il y a même des *orifices considérables* (micropyle des œufs, orifices d'excrétion des glandes unicellulaires), dont le développement n'est pas encore parfaitement connu.

Les *membranes de cellule* consistent en une substance azotée qui, dans les jeunes cellules, est indubitablement une *combinaison protéique*, comme le démontre leur solubilité dans l'acide acétique (en partie même à froid) et dans les alcalis caustiques étendus. Plus tard, la membrane d'un grand nombre de cellules, mais non de toutes, à beaucoup près, devient insoluble, et parfois se rapproche plus ou moins de la substance du tissu élastique, sans toutefois se transformer véritablement en cette dernière substance.

Sur certaines cellules, comme il a déjà été dit plus haut, on ne peut démontrer l'existence d'une *enveloppe*. De semblables cytoblastes ou protoblastes se rencontren dans les embryons les plus jeunes de tous les animaux, dont ils constituent les seuls éléments. Dans le cours du développement, un nombre plus ou moins considérable de ces éléments se changent en véritables cellules, par suite de la formation d'une couche corticale plus résistante, tandis que les autres persistent dans leur état primitif, et peuvent même se retrouver encore dans l'organisme adulte.

Relativement à la distribution des protoblastes en particulier, nous ne pouvons que renvoyer à la description détaillée que nous donnerons des tissus et des organes. Ici nous ferons remarquer seulement que souvent il est très-difficile de décider si un élément est pourvu ou non d'une mince membrane, attendu que les preuves fournies jusqu'ici à l'appui de l'une ou l'autre solution n'ont pas toutes la même valeur, et que la plupart n'ont pas été admises sans réserve. Aussi, dans une foule de cas, les opinions sont-elles encore divergentes. Comme critériums les plus importants, on peut indiquer :

1° *La rupture des cellules et l'issue de leur contenu, circonstance dans laquelle la membrane reste vide.* — Quand tout cela se voit, on peut admettre avec certitude l'existence d'une membrane de cellule. Malheureusement ce genre de démonstration ne réussit que sur un petit nombre de parties élémentaires, telles que les œufs de beaucoup d'animaux (mammifères, oiseaux, amphibies, poissons, etc.), les cellules épithéliales cylindriques de l'intestin, les cellules de *Spongilla* (Lieberkühn).

2° *Une double ligne de contour serait une preuve de l'existence d'une membrane* (Brücke et autres). — Il est certain que toutes les membranes de cellule un peu résistantes du règne végétal et du règne animal se font remarquer par un double contour; mais, d'une part, *la présence d'une telle ligne double n'est pas un signe infaillible de l'existence d'une enveloppe*, comme le prouvent les gouttes de moelle nerveuse, qui ont un double contour, et, d'autre part, *une membrane peut exister sans qu'il y ait une double ligne de contour*; c'est ce que prouvent les cel-

contenant des particules de moelle nerveuse [moi], cellules contenant des globules sanguins; cellules sanguines du *Tethys* [E. Häckel]); la sortie du noyau, sans qu'il y ait trace de déchirure (cellules sanguines de la grenouille); la division des éléments et l'arrachement de portions d'éléments sans qu'on voie rien d'une membrane qui aurait été déchirée ou d'un contenu qui se serait écoulé (cellules sanguines rouges, particulièrement celles de la grenouille); les mouvements amiboïdes de certains protoblastes (globules blancs du sang, etc.). De tous ces faits, cependant, aucun n'est parfaitement démonstratif, et l'on peut les concevoir également dans l'hypothèse d'un protoplasme visqueux et d'une membrane molle et extensible.

Somme toute, dans une foule de circonstances, il est extrêmement difficile de décider si un élément est ou non pourvu d'une membrane d'enveloppe, et quand on songe que les membranes, dans la plupart des cas, constituent quelque chose de secondaire et se forment petit à petit autour des protoblastes dépourvus d'enveloppe, on peut dire *à priori* que, dans certains cas, il est impossible de se décider dans un sens ou dans l'autre.

En comparant entre elles les parties élémentaires animales et végétales, on trouve qu'elles présentent de très-grandes analogies, mais que dans les plantes, les cellules complètes, à membrane bien distincte, constituent l'immense majorité des éléments, tandis que les protoblastes se voient très-rarement. Cela est si vrai, qu'avant ces dernières années, ceux-ci n'avaient point été constatés avec certitude, et ce sont seulement les observations de Schenk, de Bary, etc., qui nous ont fait connaître des éléments privés d'enveloppe dans les champignons et les algues. — Tout récemment on a renoncé complétement à la doctrine d'après laquelle il existe, dans les cellules végétales, deux membranes de cellule, l'une interne, ou utricule primordial (H. v. Mohl), et l'autre externe, la membrane de cellule, doctrine que les botanistes professaient encore il y a peu de temps; on considère maintenant l'utricule primordial simplement comme la couche superficielle du plasma cellulaire (protoplasme).

Du reste, les membranes de cellule des végétaux diffèrent de celles des animaux sous beaucoup de rapports, particulièrement par leur composition chimique, attendu qu'elles sont formées presque exclusivement de substances non azotées. En outre, elles présentent généralement une épaisseur plus grande que celles des animaux; elles ont aussi une structure plus compliquée, et à cet égard nous rappellerons surtout les stries de ces membranes, qui ont été bien décrites pour la première fois par H. v. Mohl et que tout récemment C. Nägeli (*Sitzungsb. d. k. bayr. Akad.*, 1864) a décrites avec soin, stries que l'on n'a encore observées sur aucune cellule animale.

§ 7. **Contenu de la cellule.** — Dans l'intérieur de la cellule, on trouve, à une certaine époque, un ou plusieurs *noyaux*, plus un *contenu* très-diversement constitué, tantôt visqueux, tantôt fluide, et qui lui-même renferme des *granulations* ou *vésicules* ou d'autres *éléments morphologiques* de différentes natures.

Le *contenu cellulaire* proprement dit varie tellement, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue chimique, qu'il est difficile d'en donner une description générale. En prenant pour point de départ les cellules embryonnaires et, en général, les jeunes cellules, on trouve que ce contenu se compose essentiellement de deux parties, d'une substance homogène et visqueuse et de granulations disséminées dans cette substance. Celle-ci, ou le *plasma cellulaire, cytoplasme* (*protoplasme*, Mohl, Remak), en raison de la contractilité dont elle paraît jouir partout, pourrait recevoir le nom de *sarcode*, employé d'abord par Dujardin. Ses caractères chimiques sont encore peu connus; mais tout ce que nous savons de

la composition du contenu de l'œuf ou du vitellus, et quelques réactions microchimiques nous portent à croire qu'à part l'eau et les sels, elle se compose surtout de matières protéiques, et qu'elle renferme en outre, peut-être d'une manière générale, des corps gras azotés, une substance glycogène et peut-être aussi du sucre. D'ailleurs le cytoplasme est homogène et sans structure apparente ; il ne paraît jamais complétement fluide, et présente divers degrés de viscosité ; il n'est point soluble dans l'eau, mais s'y gonfle considérablement ; il ne paraît jamais coloré. Les *granulations* du cytoplasme primitif ont été peu étudiées ; pâles ou foncées d'aspect, elles n'atteignent le plus souvent que de faibles dimensions, et se montrent en quantités très-variées. La plupart d'entre elles paraissent formées de graisse ; quelques-unes peut-être sont constituées par des substances protéiques ou autres.

Or, ces cellules qui présentent toutes, dans l'origine, les mêmes caractères, vont prendre des configurations très-diverses. Pour ce qui est d'abord du cytoplasme primitif, il paraît, dans certains cas, se conserver à peu près tel qu'il existe dans les jeunes cellules : ainsi, par exemple, dans les cellules profondes des formations épidermiques stratifiées, dans les cellules de certains épithéliums simples, dans beaucoup de cellules glandulaires, etc. Dans d'autres cas, en même temps peut-être qu'il subit certaines modifications chimiques, il se développe en lui une organisation qui le rend apte à des fonctions plus importantes. Ici se placent les fibres très-fines découvertes par Eberth dans les cellules vibratiles de l'intestin des moules, les fibres analogues aux fibrilles musculaires qu'on trouve dans l'intérieur de certains infusoires (vorticelle, stentor, etc.), les fibrilles des cellules musculaires striées, les stries et les stratifications concentriques qu'on voit dans l'intérieur de certaines cellules nerveuses (Remak, Beale, Walther et autres) ; puis les indices d'une *structure tubuleuse* dans certaines cellules des genres *Oniscus*, *Porcellio* et *Asellus* (Leydig, *Vergl. Anat.*, I, p. 13); la structure tubuleuse spéciale découverte par Reichert dans le vitellus alimentaire de l'œuf du brochet (*Müll. Arch.*, 1856), structure que j'ai retrouvée dans l'œuf frais du *Gadus lota*. Dans d'autres cas encore, le cytoplasme donne naissance à des *liquides cellulaires* divers suivant le siége et l'époque, parmi lesquels il faut mentionner les *liquides muqueux* des cellules épithéliales et glandulaires, les *liquides aqueux* des cellules de cartilage chez les animaux inférieurs, les *liquides colorés* des cellules du sang, les liquides *graisseux* des cellules de beaucoup de glandes, et les liquides chargés de principes spéciaux qu'on trouve dans certaines glandes (foie, rein, etc.). Dans la plupart de ces cellules et dérivés de cellules, on retrouve cependant, à côté du liquide nouvellement produit, un reste plus ou moins considérable du cytoplasme primitif; dans d'autres, au contraire, ce dernier semble avoir disparu complétement ou presque complétement, comme dans les cellules pleines de liquide aqueux de la corde dorsale et les cellules adipeuses des parties œdémateuses, dans les cellules adipeuses complétement remplies par une goutte de graisse, dans

les petites écailles et fibres converties en corne des formations épidermiques. La manière dont s'opèrent ces transformations, et leur importance au point de vue des fonctions des cellules, seront étudiées avec plus de détails dans un autre paragraphe.

Quant aux *parties figurées* du contenu cellulaire, on retrouve encore plus tard dans les cellules les granulations protéiques et graisseuses qui y existaient dans l'origine ; mais on y rencontre de plus des corpuscules et *vésicules* de diverses espèces, voire même des *cristaux* et des produits d'une nature toute spéciale. Les *cristaux* n'ont pas encore été observés chez l'*homme*, à moins qu'on ne veuille ranger ici les aiguilles de graisse qu'on a trouvées dans les cellules adipeuses des cadavres, les formations cristallines de matière colorante de la bile qu'on rencontre, à l'état pathologique, dans les cellules hépatiques, et les cristaux d'hématoïdine observés dans certaines cellules. Chez les animaux, au contraire, ces cristaux se rencontrent, bien que rarement (cellules des glandes préputiales du rat et des vaisseaux de Malpighi des insectes [moi], œufs des poissons et des amphibies, dont les lamelles vitellines, d'après les recherches de Radlkofer (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, IX, p. 529) et Filippi (*ibid.*, X, p. 15) sont des cristaux d'une substance protéique). On trouve des *gouttelettes de graisse* dans le contenu d'un très-grand nombre de cellules; tantôt il n'y a qu'une seule gouttelette (cellules de cartilage), et tantôt il y en a un grand nombre, au point que quelquefois elles semblent constituer tout le contenu (cellules des glandes sébacées, de la mamelle). Mais dans certains cas, ces gouttelettes devraient peut-être être considérées comme des *vésicules* remplies de graisse. Il est certain, du moins, que les gouttelettes de graisse des vésicules de la mamelle, lesquelles, devenues libres, portent le nom de corpuscules du lait, présentent une mince enveloppe de caséine. Il est probable que les *granulations* contenues dans beaucoup d'autres cellules sont également des *vésicules élémentaires*. D'un autre côté, il est certain également qu'une foule de ces granulations sont dépourvues d'enveloppe, cas dans lequel on peut leur appliquer le nom de *granulations élémentaires*, proposé par Henle. A cette catégorie appartiennent les *granulations pigmentaires* du pigment noir de l'œil et de quelques autres cellules colorées, et les granulations protéiques qu'on rencontre dans beaucoup de cellules et sécrétions glandulaires; chez les animaux, les granulations de chlorophylle des protozoaires, de l'hydre, etc., les concrétions calcaires des cellules de la substance conjonctive des mollusques, les granulations d'urates qu'on trouve dans les cellules adipeuses des insectes et dans les organes phosphorescents du lampyre, etc. Parmi les *productions pathologiques*, extrêmement communes, il faut ranger ici les granulations de matière colorante de la bile qu'on trouve dans les cellules hépatiques, le pigment grenu pathologique des cellules (poumons, p. ex.), les granulations colloïdes des cellules épithéliales du rein, les concrétions calcaires, etc. Les phénomènes vitaux de toutes ces granulations ont été peu étudiés jusqu'ici; il est probable, cependant, qu'une partie d'entre elles par-

ticipent d'une façon déterminée à la nutrition des cellules, et même présentent, dans certaines circonstances, un accroissement par intussusception, comme Nägeli l'a démontré pour les grains de fécule des plantes.

Il est une espèce particulière de vésicules élémentaires du contenu cellulaire qui mérite une mention spéciale, ce sont les *vésicules du vitellus.* Les mieux connues sont celles du vitellus de la poule. Schwann avait parfaitement reconnu que les globules de la substance vitelline proprement dite et de la cavité vitelline sont tous des vésicules, mais n'ont pas la signification de cellules. La membrane de ces vésicules est excessivement mince et se compose de substance protéique ; leur contenu est de l'albumine liquide, renfermant ordinairement, dans les globules de la cavité vitelline, une grosse goutte graisseuse pariétale, dans les autres, plusieurs gouttelettes plus ou moins volumineuses. Le développement de ces vésicules a vraisemblablement la gouttelette graisseuse pour point de départ, comme on peut l'admettre également pour les autres vésicules élémentaires, depuis qu'Ascherson (*Müll. Arch.*, 1840, p. 49) nous a montré que lorsqu'on agite ensemble de la graisse et de l'albumine liquides, les gouttelettes graisseuses qui se produisent, s'entourent toutes d'une enveloppe albumineuse très-mince. Il y a cependant cette différence que les vésicules élémentaires s'accroissent considérablement, en même temps que leur contenu se modifie, attendu que dans beaucoup le nombre des gouttelettes huileuses augmente de plus en plus avec l'âge. De semblables vésicules se rencontrent également dans le vitellus des poissons, des amphibies (Remak, *Müll. Arch.*, 1852, p. 151), des crustacés et des araignées. De même que chez les oiseaux, elles n'ont qu'une importance secondaire, attendu qu'elles ne concourent point directement à la formation du corps de l'embryon, et ne sont utilisées que comme vitellus nutritif. Chez certains poissons (*Cobitis*), et probablement aussi chez les amphibies, les lamelles vitellines cristallines se développent dans ces vésicules (Filippi, *l. s. c.*).

Comme particularités dignes d'être mentionnées, citons encore les *filaments spermatiques* contenus dans l'intérieur des cellules séminales, et, pour faire une excursion dans le domaine de l'anatomie comparée, les organes urticants des cellules épithéliales des cœlentérés et de certains vers, les cellules filamenteuses des poches muqueuses et de l'épiderme des myxines (voy. *Würzb. naturw. Zeitschr.*, I, p. 3 et 5), les dépôts de *chitine* dans l'intérieur de certaines cellules (cellules formatrices des plus fines trachées, glandes cutanées unicellulaires des insectes) et les *trachées* que j'ai trouvées dans l'*intérieur* des cellules des glandes sérigènes, chez certains insectes.

Une partie importante du contenu de la cellule est le *noyau de cellule* (noyau, vésicule nucléaire); c'est un corps sphérique ou lenticulaire, transparent comme de l'eau ou tirant légèrement sur le jaune ; il possède, en moyenne, un diamètre de 4 à 9 μ; rarement il atteint 20 à 80 μ, comme dans les corpuscules ganglionnaires et dans l'œuf. *Tous les noyaux sont des*

vésicules, fait déjà soupçonné par Schwann, et dont j'ai donné la démonstration sur des embryons et des animaux adultes. Dans les petits noyaux, la membrane vésiculaire est très-délicate et apparait au microscope comme une simple ligne obscure ; dans les noyaux plus grands, elle offre plus de résistance, et présente même quelquefois une épaisseur mesurable, qui se traduit par un double contour : tels sont les noyaux des corpuscules ganglionnaires, ceux de l'œuf et de beaucoup de cellules embryonnaires. Dans ce dernier cas, elle offre parfois des traces d'ouvertures (pores), comme je l'ai trouvé sur les noyaux de certains œufs de poisson (vésicules germinatives) et sur les cellules des canaux sérigènes de quelques chenilles. Le *contenu* des noyaux ou *plasma nucléaire*, abstraction faite du nucléole, est presque toujours *limpide* ou *légèrement jaunâtre;* jamais il ne présente une coloration plus foncée. Ce contenu est constitué très-probablement par une substance albuminoïde et visqueuse analogue au plasma cellulaire primitif, et dans laquelle l'eau, l'acide acétique, l'acide chromique étendu, l'alcool et beaucoup d'autres réactifs déterminent un *précipité trouble et granuleux;* c'est ce qui explique pourquoi les noyaux présentent si souvent une apparence granuleuse.

Ce qui est remarquable, c'est que le plasma nucléaire subit évidemment, dans le cours du développement et des transformations de la cellule, beaucoup moins de modifications que le plasma cellulaire; néanmoins il parait se transformer, dans certains cas, en un liquide plus aqueux, comme dans les noyaux des œufs murs ou les vésicules germinatives; dans d'autres cas, beaucoup plus rares, en particules solides. Parmi ces dernières, on peut citer les nombreuses taches germinatives des œufs, chez certains animaux (poissons, amphibies) et les corpuscules observés par Leydig dans les cellules adipeuses du *Piscicola*. Peut-être faut-il également ranger parmi elles les productions tantôt aciformes, tantôt filiformes, que j'ai rencontrées dans les vésicules germinatives de certains poissons. Sous le *rapport chimique*, on peut dire encore de la membrane des noyaux qu'elle est de nature azotée, et que, d'une manière générale, elle ne s'éloigne pas très-notablement de la substance qui forme la membrane des jeunes cellules. Cependant, la membrane des noyaux se dissout plus lentement dans les alcalis, et n'est que très-peu attaquée par l'acide acétique et les acides minéraux étendus; ces agents la ratatinent seulement un peu, et dans certains cas (cellules du pus, globules blancs du sang), y déterminent des espèces d'encoches, qui peuvent faire croire que les noyaux sont en voie de scission. Par ces réactions avec les acides, les noyaux se rapprochent du tissu élastique, dont ils se distinguent cependant *essentiellement par leur grande solubilité dans les alcalis*.

D'après mes observations, on rencontre des noyaux dans toutes les cellules de l'embryon et de l'adulte, tant qu'elles sont jeunes. Ordinairement chaque cellule ne renferme qu'un seul noyau, excepté toutefois lorsqu'elle se multiplie ; dans ce cas, il apparait deux ou plusieurs noyaux, suivant

le nombre des cellules qui prennent naissance. Quelques cellules sont remarquables par le nombre de leurs noyaux : ainsi, celles du sperme en renferment 4, 10, 20 ou au delà; il en est de même de celles de l'épendyme qui tapisse le canal de la moelle épinière, des capsules surrénales, de l'hypophyse, de certaines cellules de la rate et du foie, chez les embryons, des cellules de la moelle fœtale des os, et de bien d'autres. Autrefois on admettait qu'il existe aussi, dans certains tissus, *des noyaux libres ;* mais des recherches plus précises ont restreint de plus en plus les cas dans lesquels on les rencontre, si bien qu'il paraît vraisemblable que ces noyaux n'existent nulle part. Mais s'il était démontré que des noyaux libres se rencontrent véritablement en quelque point, il serait difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de les envisager autrement que comme provenant de cellules détruites.

Les *corpuscules de noyau* ou *nucléoles* sont arrondis, nettement limités, généralement foncés et analogues aux granulations graisseuses; ils ont, en moyenne, 2 à 3 μ de diamètre. Souvent d'une petitesse incommensurable, ils atteignent chez les embryons, dans la vésicule germinative de l'œuf (tache germinative) et dans les corpuscules ganglionnaires, de 6 à 22 μ. Les nucléoles sont vraisemblablement partout des vésicules : leur forme nettement limitée, leur ressemblance avec les vésicules élémentaires ci-dessus étudiées le laissent supposer, comme aussi cette circonstance que dans quelques cellules (particulièrement dans l'œuf et les corpuscules ganglionnaires), il apparaît souvent à l'intérieur du noyau une cavité, grande ou petite, remplie d'un liquide transparent (nucléole des auteurs). La *constitution chimique* des nucléoles est inconnue. Leur aspect extérieur, leur ressemblance avec les vésicules élémentaires, leur solubilité dans les alcalis caustiques et leur insolubilité dans l'acide acétique rappellent les matières grasses. Leur membrane d'enveloppe est probablement, comme dans les vésicules élémentaires, une combinaison protéique.

On trouve des nucléoles dans la grande majorité des noyaux, aussi longtemps que ceux-ci sont jeunes, et dans beaucoup d'entre eux tant qu'ils subsistent; cependant, *il y a aussi des noyaux dans lesquels on ne peut reconnaître avec certitude l'existence de nucléoles*, ou dans lesquels, tout au moins, ils *ne deviennent distincts que tardivement.* On peut, dès lors, considérer provisoirement le nucléole comme une *partie moins absolument essentielle* que le noyau à la constitution de la cellule. Ordinairement un noyau ne renferme qu'un nucléole central. Souvent on en rencontre deux, rarement trois; dans des cas tout à fait isolés, il y en a quatre, cinq ou même plus, tantôt appliqués contre la paroi du noyau, tantôt libres dans son intérieur.

Pour tout ce qui concerne le contenu cellulaire, on lira surtout avec intérêt le mémoire de M. Schultze (*loc. cit.*). Déjà dans la troisième édition (allemande) de cet ouvrage, j'ai fait remarquer que le contenu des cellules a généralement une consistance plus ou moins visqueuse, qu'il renferme une certaine quantité d'albumine et que, très-probablement, dans toutes les jeunes cellules, et aussi dans beaucoup

de cellules anciennes, il est contractile. Précédemment aussi j'ai attiré l'attention sur l'analogie qui existe entre le mouvement des cellules *in toto* et la circulation des liquides chez les animaux et les plantes, et les mouvements du contenu des cellules en général. Je suis maintenant d'accord avec Schultze que le plasma azoté, visqueux et contractile, des jeunes cellules et de beaucoup de vieilles mérite plus d'attention et doit être plus nettement distingué des autres liquides cellulaires. Schultze, de même que Mohl et Remak, lui donne le nom de *protoplasme*. Je l'appelle *cytoplasme*, pour indiquer immédiatement que, pour moi, la cellule est aussi l'élément type de l'organisme animal.

Suivant Leydig, le nucléole, dans certaines cellules (fibres du cristallin des grenouilles, œufs du rat et du *Synapta*, cellules ganglionnaires de la sangsue) est un point épaissi de la membrane du noyau.

Pour ce qui est relatif au mode de formation des *vésicules* d'Ascherson, voyez v. Wittich (*De hymenogonia albuminis*, Regiomontii, 1850), Harting (*Med. Lancet*, septembre, 1851), Panum (*Arch. f. path. Anat.*, chap. IV, p. 2), et M. Traube (*Experimente zur Theorie der Zellenbildung*, in *Med. Centralz.*, 1864, n° 39).

§ 8. **Formation des cellules.** — Dans la formation des cellules, on distinguait autrefois, avec Schwann, leur *formation libre* et leur génération par l'*intermédiaire d'autres cellules*. Dans le premier mode, les cellules apparaissaient, indépendamment d'autres cellules, au sein d'un liquide organisable (cytoblastème de Schleiden, de κύτος, vésicule, et βλάστημα, bourgeon) autour de noyaux libres. Dans le second, des cellules déjà existantes étaient regardées comme point de départ des productions nouvelles. Mais relativement à la formation libre des cellules, les recherches dues aux successeurs immédiats de Schwann ont déjà fortement ébranlé l'édifice ingénieusement élevé par cet anatomiste, et de nos jours, grâce surtout aux efforts de Virchow, les derniers supports de cet édifice ont été brisés, de sorte qu'aujourd'hui la multiplication des cellules par des cellules doit être considérée comme la seule réelle.

Schwann pensait que chez les animaux, contrairement à ce qui a lieu dans les plantes, la formation libre des cellules est la plus commune, celle qui se fait par l'intermédiaire d'autres cellules est plutôt une exception, et cette manière de voir fut partagée par les observateurs qui vinrent immédiatement après lui. Elle trouva surtout un appui dans les recherches embryologiques de C. Vogt sur l'*Alytes obstetricans* (1841) et le *Coregonus palea* (1842), d'après lesquelles toutes les cellules qui se transforment en tissus définitifs, naissent des détritus des sphères de segmentation par formation libre de cellules. Déjà, cependant, en 1840, Reichert (*Entw. im Wirbelthierr.*, surtout p. 155), avait déclaré que nulle part, chez l'embryon, il ne trouvait de cytoblastème, et Bergmann (*Müll. Arch.*, 1841, p. 89) avait démontré l'importance de la segmentation dans la production des cellules. Mais c'est en 1844 que, le premier, j'attaquai directement la production libre des cellules (*Entw. der Cephalopoden*, p. 11 et suiv.), en montrant que *chez l'embryon, toutes les cellules dérivent des sphères de segmentation; basé sur ce fait, je niai d'une manière absolue la formation libre des cellules, même chez l'adulte, et je formulai cette proposition : Toutes les cellules qu'on rencontre chez ce dernier sont des descendants directs des sphères de segmentation, et toutes les autres parties élémentaires naissent également de cellules* (*loc. cit.*, p. 129 et 140). Cependant les faits n'étaient pas encore arrivés à ce point qu'une telle proposition pût être soutenue pour toute la durée de l'individu. D'ailleurs je n'avais pas encore embrassé la doctrine de la philosophie naturelle qui établit *à priori* que les éléments organiques naissent les uns des autres, d'une ma-

nière non interrompue. Aussi, prenant surtout en considération la formation pathologique de cellules dans le pus et dans les exsudats, fus-je amené plus tard à concéder une formation libre de cellules pour certains cas (*Handb.*, 1[re] édit., p. 15), et la plupart des histologues se rangèrent à cette opinion. Ce n'est que dans ces dernières années que cette question subit un revirement, provoqué moins par Remak que par Virchow. Le premier, il est vrai, niait complétement la formation libre des cellules en 1852 (*Müll. Arch.*, 1852); mais cet auteur, dont les travaux embryologiques méritent la plus grande considération, n'apporta à l'appui de son opinion d'autres preuves que celles que Reichert et moi avions tirées nous-mêmes de l'histoire du développement.

Ce furent surtout les remarquables découvertes de Virchow qui donnèrent le dernier coup à cette doctrine, en montrant la part que prennent les corpuscules du tissu conjonctif à la formation pathologique des cellules, et en démontrant avec plus de certitude que cela n'avait été fait antérieurement par Rathke, que même la moelle du cartilage et des os et les dépôts périostiques, formations qui jusqu'alors avaient été considérées comme les principaux soutiens de la doctrine de la formation libre des cellules, se produisent également sans elle. Je fis voir plus tard que dans la rate, les glandes lymphatiques, les follicules de Peyer, et probablement aussi dans le chyle, il n'y a point de formation libre de cellules (*Würzb. Verh.*, VII, p. 192 et *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, VII, p. 183), de sorte que, n'ayant pu vérifier les données de Virchow relatives à la formation de la moelle de cartilage et des dépôts périostiques des os, je crus avoir des motifs suffisants pour délaisser une seconde fois, et cela pour toujours, l'ancienne doctrine de Schwann : c'est ce que je fis dans la quatrième édition de cet ouvrage. Cependant je ne dois pas laisser ignorer qu'il y a encore toujours des anatomistes qui, s'ils ne défendent pas précisément la formation libre des cellules, estiment cependant que cette hypothèse n'est nullement réfutée, comme par exemple Henle (*Jahresb.* pour 1858 et 1859), et qu'il en est d'autres qui, comme Robin, se font résolûment les champions de cette doctrine (*Journal de l'anatomie et de la physiologie*, t. I, 1864). Tout récemment Weismann a publié également des observations très-remarquables (*Die Entw. der Dipteren*, Leipzig, 1864, et *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XIII et XIV) qui semblent plaider en faveur de l'existence d'une formation libre de cellules. Comme tel, il faut citer surtout le mode de développement des premières cellules dans l'œuf fécondé des insectes. Dans un blastème qui entoure le vitellus, naissent, indépendamment de la vésicule germinative, qui a disparu, des noyaux qui déterminent plus tard une division du blastème en amas isolés, représentant les premières cellules de l'embryon. On pourrait songer, dit W., à ranger cette production de cellules dans la catégorie des formations endogènes, en considérant l'œuf tout entier comme une cellule (*loc. cit.*, p. 241); mais cela n'est pas possible, attendu que l'œuf des insectes n'est point l'équivalent d'une cellule unique, mais bien le résultat de la fusion de plusieurs cellules (Stein, Lubbock, Weismann). Mais je ne saurais me rallier à cette manière de voir, et je ne vois point de motif pour donner le nom de formation libre de cellules à la production de ces éléments dans l'intérieur ou aux dépens d'un corps qui résulte lui-même de la fusion de plusieurs cellules. Je vois plutôt dans le premier développement de l'œuf des insectes un cas particulier de la formation de cellules par l'intermédiaire d'autres cellules, et ce qu'il y a de spécial dans la formation des premières cellules embryonnaires tient peut-être précisément à cette circonstance que dans ce cas, l'œuf équivaut à plusieurs cellules, et par conséquent, après la disparition de la vésicule germinative, au lieu d'un seul noyau nouveau, plusieurs apparaissent à la fois.

Il est bien plus difficile d'interpréter les observations de Weismann relatives à la destruction complète de certains tissus et organes des larves d'insectes et à la formation d'éléments nouveaux aux dépens du détritus de ceux qui existaient pendant la période de chrysalide. D'après W., pendant le passage à l'état de chrysalide, beaucoup de tissus des larves, tels que le tissu adipeux, les muscles et les tissus

sous-cutanés des segments antérieurs, les parois celluleuses du pharynx et de l'œsophage, se fondent complétement en un détritus liquide, dans lequel il est impossible de reconnaître ni cellules ni noyaux, et c'est dans ce détritus, auquel se mélangent les matériaux provenant du sang, que se développent ensuite peu à peu de nouvelles cellules, d'où procèdent les muscles et le tissu adipeux de l'insecte parfait, les nerfs périphériques, les trachées, etc. Dans ce cas, il est à peine possible, d'après W., de faire autrement que d'admettre une formation libre de cellules. Cependant, si l'on considère que dans cette circonstance, W. lui-même n'est pas affranchi de toute incertitude, et que, dans certains cas du moins, il admet que les noyaux des cellules primitives se conservent et donnent l'impulsion à la formation des éléments nouveaux, il paraîtra peut-être prudent de ne point risquer pour le moment une conclusion déterminée et d'attendre de nouvelles observations.

Je ferai remarquer, en outre, que nier l'existence de la formation libre des cellules chez les animaux n'implique pas nécessairement la négation de la génération originelle en général. De même que C. Nägeli, je crois qu'on n'a nullement démontré l'impossibilité d'une génération primitive s'accomplissant encore aujourd'hui.

§ 9. **Multiplication des cellules.** — *Elle se fait partout de la même manière;* cependant, elle présente dans ses manifestations extérieures quelques différences, suivant qu'elle a lieu dans des protoblastes ou dans des cellules à membrane de cellule très-mince, ou à membrane d'une certaine épaisseur. Dans le premier cas, il s'opère une simple *division des cellules in toto;* dans le second, le cytoplasme *seul* se divise, sans que la membrane de cellule prenne part au phénomène, et cette dernière enferme la jeune génération sous la forme de *cellule mère*. On peut donner à ce second mode de génération, pour le distinguer du premier, le nom de *division endogène des cellules*.

§ 10. **Multiplication des cellules par simple scission.** — Ce mode de multiplication a lieu dans tous les protoblastes et dans certaines cellules à membrane très-mince; il peut être facilement observé sur les cellules librement suspendues au sein d'un liquide, comme par exemple sur les globules blancs du sang des mammifères, des oiseaux et des amphibies, et sur les globules sanguins rouges des embryons de mammifères et d'oiseaux. On y voit, en effet, les cellules s'allonger, en même temps que leur noyau, primitivement simple, produit deux noyaux, très-probablement par voie de scission; puis les cellules s'étranglent vers leur partie moyenne, et chacune de leurs moitiés embrasse de plus en plus complétement le noyau correspondant, qui s'écarte de son congénère, et enfin la cellule se divise en deux, dont chacune contient un noyau. Sur l'em-

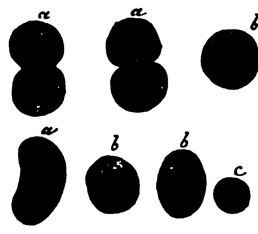


Fig. 2.

Fig. 2. — Globules sanguins d'un embryon de mouton de 6^{mm},6 de longueur. — *a*, grosses cellules sanguines colorées à deux et trois noyaux, et à diverses périodes de la scission; *b*, grosses cellules sanguines colorées, de forme sphérique : l'une d'elles renferme un noyau en voie de scission; *c*, cellules analogues, mais plus petites. — Grossissement de 300 diamètres.

bryon du poulet, sur ceux des mammifères et de l'homme, on trouve, d'après mes observations et celles de Remak, les cellules rouges du sang à toutes les phases imaginables de cette scission, avec un, deux, trois, quatre noyaux et même plus, plus ou moins étranglées, jusqu'à parfaite division en deux, trois, quatre cellules, d'abord très-rapprochées encore les unes des autres, de sorte qu'il ne saurait rester le moindre doute relativement à la réalité de ce mode de multiplication des cellules.

J'ai démontré de plus que la multiplication par scission a lieu dans les éléments des vésicules de la rate, de la pulpe splénique, des glandes lymphatiques, des follicules de Peyer, de même que dans les cellules de la moelle des os en voie de croissance et dans celles de certains produits de sécrétion, telles que les cellules du sperme (voy. la figure qui accompagne le chapitre relatif au développement des filaments spermatiques).

Dans les tissus celluleux solides, il est beaucoup plus difficile de démontrer d'une manière précise les phénomènes de la scission des cellules. J'admets cependant ce mode de formation des cellules partout où un accroissement dans le nombre des cellules a été démontré, partout aussi où manquent les indices certains d'une formation endogène de cellules, c'est-à-dire, pendant la période embryonnaire, dans les tissus de cellules (à l'exception des cartilages), et chez l'adulte, dans tout le groupe du tissu corné. Il est hors de doute que dans ces tissus, il n'y a jamais de formation libre de cellules, car on rencontre toujours en eux, et sans exception, uniquement des cellules, et jamais des noyaux libres. Un point seulement pourrait paraître indécis, c'est de savoir si la multiplication des cellules s'opère par voie de scission ou par voie endogène. Mais cette circonstance qu'on rencontre si souvent, notamment dans les tissus de cellules de l'embryon, des cellules à noyaux multiples, et qu'on ne voit jamais des cellules mères renfermant des cellules filles, cette circonstance me donne, comme à Remak, la conviction que la multiplication des cellules s'opère ici par voie de scission. Je dois avouer cependant que, chez les animaux adultes, les faits positifs qui militent en faveur de cette opinion sont encore peu nombreux. Il faut citer comme telles les observations de cellules étranglées, pourvues de deux ou plusieurs noyaux. Il n'est pas rare, par exemple, de rencontrer chez de jeunes mammifères, des cellules ganglionnaires plus ou moins complétement divisées, quelquefois même unies seulement entre elles par un pédicule étroit (voy. mon *Anatomie microscopique*, t. II, p. 535). De même, on rencontre parfois des cellules d'épithélium vibratile, des cellules cylindriques de l'intestin et des cellules formatrices de l'ivoire, présentant deux ou même trois (dans l'épithélium vibratile) culs-de-sac latéraux, dont chacun est pourvu d'un noyau. Chez les larves de grenouille, ainsi que Remak le fait remarquer avec raison, les cellules étranglées sont un phénomène ordinaire (suivant cet anatomiste, on y voit même des cellules musculaires striées se diviser), et je considère ces embryons comme l'objet le plus propre à nous convaincre de la grande fréquence de la scission des cellules.

Relativement à la manière dont la scission des cellules s'opère dans les tissus solides, nous ferons remarquer encore que cette scission s'accomplit aussi bien *suivant la direction longitudinale* que *suivant la direction transversale :* dans le premier cas, la couche de cellules s'étend en surface ; dans le second cas, elle s'accroît en épaisseur. La règle est que les cellules se divisent en deux. Remak aurait trouvé cependant que dans les larves de grenouille, beaucoup de cellules, même celles de l'épithélium cylindrique de l'intestin, se divisent directement en plusieurs cellules nouvelles, jusqu'à cinq ou six, toujours après multiplication préalable du noyau.

Outre la scission habituelle des cellules, il paraît exister un mode de *multiplication des cellules par bourgeonnement.* Mais les divers observateurs ne sont pas encore parvenus à s'entendre sur ce phénomène. Nous nous contenterons de renvoyer le lecteur aux observations de Meissner (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, V), Nelson, Claparède (*De la formation et de la fécondation des œufs chez les nématodes*, Genève, 1859), sur la formation de l'œuf et des cellules spermatiques.

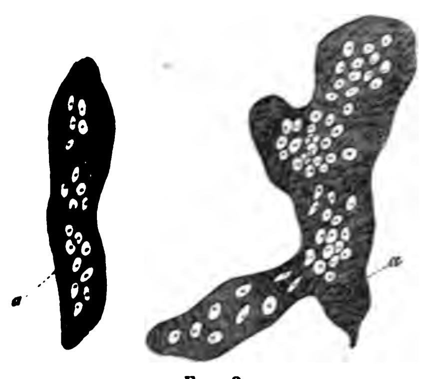


Fig. 3.

Il faut peut-être rattacher à la multiplication des cellules par scission, et spécialement au dernier mode que nous venons de signaler, certaines cellules à noyaux multiples et certaines formes singulières, telles que les éléments de la moelle des os décrits par Robin et par moi (fig. 3), les cellules observées par Fahrner et moi dans le sang du foie, cellules que plus tard Remak rencontra égalemont dans le foie de l'embryon, et dont le véritable siége est la rate, ainsi que je l'ai trouvé récemment. Il est vraisemblable, comme l'a dit Remak, que dans la suite ces cellules se divisent en un grand nombre de cellules uninucléaires, et dans ce cas, il faudrait les ranger à côté de certaines cellules du sang renfermant trois ou quatre noyaux et en voie de scission.

Schwann ne connaissait point la multiplication des cellules par scission. Le premier qui l'ait observée sur les globules du sang de l'embryon, est Remak (*Med. Veretnsz.*, 1841, n° 47), dont les observations ont été confirmées par moi (*Wiegm. Arch.*, 13, I, p. 19, et *Zeitschr. f. rat. Med.*, 1845), et par Fahrner.

Le mérite d'avoir établi la scission des cellules (dans le sens le plus large) comme le seul mode de multiplication de ces éléments, appartient à Remak (*Müll. Arch.*, 1852). Je me permettrai cependant de faire remarquer que, dès l'année 1844 (*Entw. d. Cephalop.*), j'avais démontré que la segmentation dépend toujours de la scission des noyaux enfermés dans les sphères de segmentation, et établi les con-

Fig. 3. — Cellules granulées spéciales à noyaux multiples, qu'on trouve dans les jeunes espaces médullaires des os plats du crâne de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres.

nexions entre ce phénomène et la multiplication des cellules, bien que les sphères de segmentation ne me parussent être que les précurseurs des cellules.

§ 11. **Scission endogène des cellules.** — Je range sous ce titre les cas dans lesquels des cellules à membrane d'enveloppe résistante produisent de nouvelles cellules dans leur intérieur. A cette catégorie de faits appartiennent, dans l'ordre physiologique, d'une part, la *segmentation*, et d'autre part, la *multiplication des cellules de cartilage.*

La *segmentation* est un phénomène spécial, qu'on observe, à l'époque du premier développement, dans l'œuf de la plupart des animaux, et qu'il faut considérer comme l'introduction à la formation des premières cellules de l'embryon. L'œuf ayant la signification d'une simple cellule, la segmentation rentre dans la formation endogène des cellules.

La segmentation s'accomplit essentiellement de la manière suivante : après que la vésicule germinative, noyau originaire de la cellule de l'œuf, a disparu par suite de la fécondation, les granulations du vitellus ne forment plus, comme auparavant, un amas compacte; elles se répandent de toutes parts dans la cellule, qu'elles remplissent. Alors apparaît au centre du vitellus, comme premier indice du développement commençant, un nouveau noyau, pourvu d'un nucléole; ce premier noyau de l'embryon agit comme centre d'attraction sur le vitellus, qu'il réunit de nouveau autour de lui en un amas sphérique, première sphère de segmentation. Un peu plus tard, le noyau primitif se divise en deux nouveaux, qui s'écartent un peu l'un de l'autre, et agissent à leur tour comme centres sur la substance vitelline; et c'est ainsi que la première sphère de segmentation se divise en deux. La multiplication des noyaux et celle des sphères de segmentation continuent de la même manière, la première précédant toujours la seconde, jusqu'à ce qu'il se soit formé un très-grand nombre de petites sphères, qui remplissent la cavité entière de la cellule vitelline. Par exception seulement, les sphères ne se divisent que lorsque les noyaux ont atteint le nombre trois ou quatre, de manière qu'au lieu de diviser en deux, chaque sphère en produit immédiatement trois ou quatre.

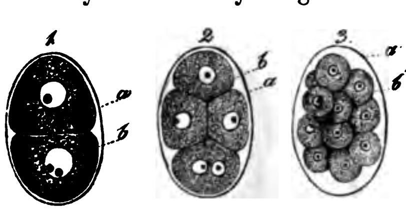


Fig. 4.

Le phénomène que nous venons de décrire, porte le nom de *segmentation complète*, parce que tout le vitellus s'est groupé autour des nouveaux noyaux. La *segmentation partielle* est, dans son essence, tout à fait semblable à la précédente ; elle n'en diffère qu'en ce qu'une portion seulement du vitellus

Fig. 4. — Trois œufs de l'*Ascaris nigrovenosa*. — 1. Deuxième stade de la segmentation : deux sphères de segmentation. — 2. Troisième stade : quatre sphères de segmentation. — 3. Cinquième stade : seize sphères de segmentation.

a, membrane extérieure de l'œuf; *b*, sphères de segmentation. Dans la figure 1, le noyau de la sphère inférieure contient deux *nucléoles*; dans la figure 2, la sphère inférieure contient deux *noyaux*.

(variable suivant les divers animaux), et non pas tout le jaune, se rassemble autour des noyaux qui apparaissent.

Lorsque la segmentation a atteint un certain degré, les sphères de segmentation, dont la superficie ne présentait rien de membraneux, s'entourent toutes d'une membrane, soit simultanément, soit par couches successives, et deviennent ainsi de véritables cellules ; on est donc autorisé à ranger ce phénomène parmi ceux de la formation endogène. Cette manière de voir est d'autant mieux justifiée, que les cellules qui résultent de la transformation des sphères de segmentation, continuent encore longtemps à se multiplier par scission simple. L'ensemble du phénomène de la segmentation peut être considéré comme une sorte de scission endogène des cellules, dans laquelle, vu la rapidité avec laquelle se multiplient les noyaux, les premières générations de segments vitellins n'ont pas le temps de s'entourer d'une membrane.

Les phénomènes sont bien plus compliqués dans les *cellules de cartilage*, attendu que là les cellules filles reçoivent généralement des membranes plus résistantes. Lorsque les cellules de cartilage se multiplient, on observe que tout d'abord le noyau se divise en deux ; puis les deux noyaux s'écartent l'un de l'autre, et l'on voit le cytoplasme se contracter autour d'eux, et finir par se diviser en deux masses complétement distinctes, dont chacune renferme un noyau et la moitié du contenu. Le développement ultérieur se fait ensuite de la manière suivante : chacun des segments, qui d'abord avaient la nature des protoblastes sans membrane, s'entoure d'une membrane et devient une véritable cellule. Ces cellules, néanmoins, ne paraissent point être généralement des formations nettement délimitées, attendu que leurs membranes se confondent tant entre elles qu'avec celle de leur cellule mère, comme le représente la figure schématique ci-contre.

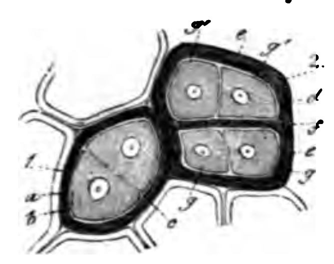


FIG. 5.

Cette division du contenu cellulaire se répète ordinairement, dans les cartilages, avec une grande régularité et un grand nombre de fois, de telle sorte que toujours les cellules filles, aussitôt après leur formation, sécrètent des membranes extérieures qui se réunissent avec celles de leur cellule mère, et constituent en même temps une cloison entre elles ; après quoi, elles se divisent de nouveau. Les capsules des cellules mères persistent ordinairement pendant un certain temps ; plus tard elles disparaissent

FIG. 5. — Cellules de cartilage d'une larve de grenouille un peu âgée. — Figure demi-schématique.

1. Cellule mère dont le contenu est en voie de scission : *a*, membrane épaisse de cette cellule, ou capsule de cartilage ; *b*, contenu de la cellule avec le noyau ; *c*, point où ce contenu est étranglé (n'a point été observé).

2. Cellule mère avec deux générations : *d*, membrane de la cellule mère ; *e*, membrane de cellule des capsules de cartilage ou des cellules mères secondaires, formant en *f* une double cloison qui traverse la cellule mère principale ; *gg'*, cellules filles.

comme formation histologique distincte, et se fondent dans la substance fondamentale qui relie entre elles les cellules de cartilage. Il arrive cependant çà et là, particulièrement dans les cartilages costaux et dans les cartilages articulaires malades, que les cellules mères persistent fort longtemps et se remplissent de nombreuses générations de cellules filles; et alors tantôt celles-ci sont entourées encore de capsules secondaires ou tertiaires, tantôt elles forment un amas compacte remplissant la grande capsule (fig. 6).

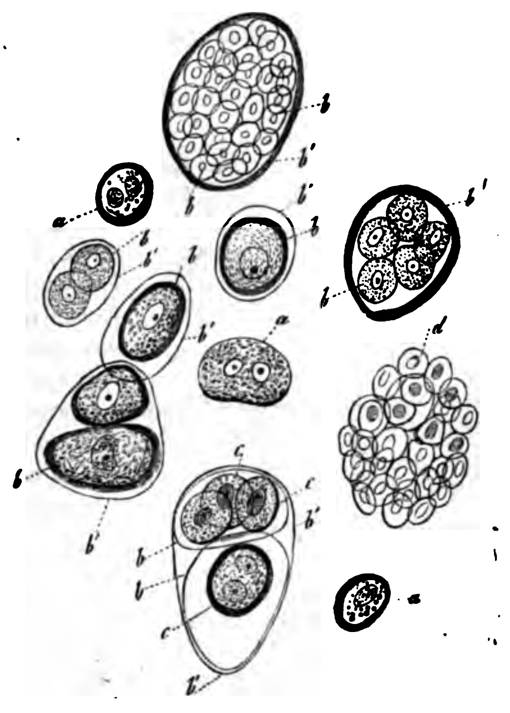


FIG. 6.

La manière dont les *noyaux* se multiplient dans les deux formes de multiplication des cellules, ne peut pas être indiquée encore avec précision; ce qui est certain, cependant, c'est que partout où une observation rigoureuse est possible, les *nucléoles* commencent toujours à *se diviser* par scission en deux, qui s'éloignent ensuite un peu l'un de l'autre. Puis dans le noyau, qui s'est un peu allongé pendant ce temps, réapparaissent généralement, comme première trace de la scission, une cloison médiane, puis deux noyaux hémisphériques très-rapprochés, dont il est impossible de suivre la formation. Dans quelques cas, cependant, on peut voir avec certitude que *les noyaux se multiplient par scission*, de telle sorte qu'un noyau mère allongé, qui renferme deux nucléoles, s'étranglant de plus en plus à sa partie moyenne, se divise finalement en deux parties, pourvues chacune d'un corpuscule de noyau. Il est donc vraisemblable que, de même que pour les cellules, ce mode de multiplication des noyaux est le seul qui se rencontre. Autrefois, Remak et moi-même nous croyions devoir admettre également la

FIG. 6. — Cellules de cartilage d'un cartilage articulaire fibreux, velvétique des condyles du fémur de l'homme (grossissement de 350 diamètres). Toutes ces cellules sont déposées dans une substance fondamentale fibreuse, et faciles à isoler. — *a*, cellules simples, avec ou sans paroi épaissie, renfermant un ou deux noyaux; *b*, cellules filles, ou cellules de la première génération, avec un ou deux noyaux; *b'*, cellules mères, contenant une, deux, cinq ou de nombreuses cellules filles; *c*, cellules de la deuxième génération, au nombre d'une à trois dans les cellules de la première génération; *d*, groupe de cellules filles devenues libres.

multiplication endogène des noyaux, c'est-à-dire la formation de deux noyaux dans l'intérieur d'un noyau mère; mais comme, plus récemment, je n'ai rencontré que la scission partout où il est possible d'observer avec précision, ce mode de multiplication des noyaux est devenu tellement douteux pour moi, ainsi que pour Remak, que je ne saurais le donner comme démontré.

A la scission habituelle des noyaux on peut rattacher, comme variété, leur *multiplication par formation simultanée d'un grand nombre de bourgeons, qui s'étranglent à leur base*, mode de multiplication que j'ai observé (*Würzb. Verh.*, VII, p. 188), et que Virchow a eu l'occasion de constater également sur un cancer mélanique (*Arch.*, XI, p. 90). Ces observations jettent du jour sur certains faits spéciaux, tels que la présence d'un noyau dans les cellules à filaments spermatiques de la grenouille arrivées à maturité (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VII, p. 267, pl. XIII, fig. 5); elles expliquent peut-être également la présence d'un noyau dans les cellules mères renfermant des cellules filles, comme on l'a indiqué du moins pour certaines formations pathologiques.

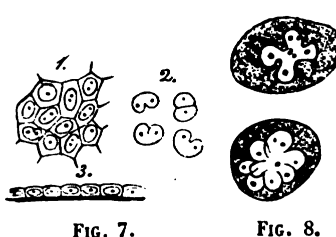


FIG. 7. FIG. 8.

La formation endogène libre des cellules, telle qu'elle a été admise jusqu'ici, se soutiendra-t-elle dans le sens où Meissner, par exemple, la décrit pour les éléments spermatiques du *Mermis* (*loc. cit.*) et où j'ai cru devoir l'admettre moi-même pour le développement embryonnaire de l'*Ascaris dentata* (*Müll. Arch.*, 1843), puisque là, au lieu de sphères de segmentation, il ne se forme que des noyaux? C'est ce que l'avenir nous dira. Ce qui est certain, c'est qu'il existe une formation endogène de cellules dans laquelle *une portion déterminée, souvent très-minime, du contenu de la cellule mère est seule employée à produire des cellules filles*. Ce phénomène se montre très-nettement dans la *segmentation partielle*, où une portion souvent considérable du contenu cellulaire de l'œuf, ou du vitellus, ne prend aucune part directe au développement de l'embryon. En outre, l'histologie pathologique affirme, avec l'autorité de Virchow, la formation endogène de cellules ne s'étendant qu'à une portion du contenu cellulaire; ce phénomène, du reste, n'a pas encore été étudié dans ses détails (*Beitr. z. spec. Pathol.*, 1854, p. 329). Les botanistes, enfin, sont unanimes pour nous dire que dans la production des vésicules germinatives du sac embryonnaire, aussi bien que dans celle des cellules de l'endosperme, il y a une formation libre de cellules (voy. Hofmeister, in *Leipz. Sitzungsb.*, 1857).

Dans certains cas pathologiques, il se fait une multiplication de cellules qui semble se rapprocher de la scission, particulièrement dans les corpuscules de tissu conjonctif, certaines cellules épithéliales, et dans les cellules musculaires striées, en ce sens que la totalité ou la presque totalité du contenu de ces cellules se transforme en cellules à noyau. Pour ce qui est des fibres musculaires, j'ai observé moi-même que chez l'homme, en cas de cancer (voy. *Mikr. Anat.*, II, 1, p. 260), chez la gre-

FIG. 7. — Épithélium de la tunique vaginale propre de l'homme. — 1, vu de face. — 2, noyaux des cellules. — 3, vu de profil. — Grossissement de 350 diamètres.

FIG. 8. — Grosses cellules de la rate d'un petit chat, avec leurs noyaux bourgeonnants. — Grossissement de 350 diamètres.

nouille, pendant l'hiver (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII), tout le contenu contractile se trouve remplacé par un amas de petites cellules arrondies, qui remplissent complétement le sarcolemme; et quant aux deux espèces de cellules mentionnées plus haut, divers auteurs soutiennent qu'elles produisent des cellules muqueuses et purulentes dans leur intérieur. Dans toutes ces circonstances, le cytoplasme, sous l'influence des noyaux, se divise en protoblastes arrondis, qui s'entourent consécutivement d'une membrane. Dans les corpuscules du tissu conjonctif, ce phénomène se produirait exactement comme dans la multiplication par scission, la multiplication du noyau primitif ouvrant la marche; dans les cellules musculaires, au contraire, les noyaux déjà existants seraient utilisés directement pour cette formation de cellules filles, et le phénomène pourrait être placé à côté de la formation endogène libre, dont il a été question ci-dessus, à supposer que le sarcolemme est l'équivalent d'une membrane de cellule.

§ 12. **Théorie de la formation des cellules.** — Si l'on étudie avec soin les phénomènes de la formation des cellules, on ne peut s'empêcher de reconnaître que dans cet acte, *le noyau joue un rôle principal*. Jamais une cellule ne se divise, soit librement, soit dans l'intérieur d'une membrane de cellule secondaire, sans que préalablement le noyau se soit multiplié, et toujours le nombre de cellules auxquelles donne naissance une cellule mère répond au nombre des noyaux qui se sont produits dans cette dernière. Toute explication des phénomènes de la production cellulaire, en d'autres termes, de la division des cellules (car, dans l'état actuel de la science, ce mode de multiplication des cellules est le seul qui puisse être considéré comme démontré), doit avoir le noyau pour point de départ et montrer avant tout comment ce noyau agit sur le contenu et sur l'enveloppe de la cellule.

Si, pour serrer la question de plus près, nous analysons ce qui se passe dans la cellule après que le noyau s'est divisé en deux, nous voyons par les sphères de segmentation, et aussi par les cellules qui se divisent librement, telles que les globules sanguins, les corpuscules lymphatiques et autres, que le premier signe d'une division commençante consiste dans la formation d'un étranglement moyen, dont le siége répond toujours exactement à la direction de la ligne de division des noyaux; de telle sorte que, quand le noyau s'est fendu dans le sens de l'axe longitudinal d'une cellule, celle-ci se divise également dans le sens de la longueur, tandis que dans le cas contraire, la séparation se fait transversalement. Le premier étranglement ou le premier sillon de segmentation une fois formé, les deux moitiés de cellule se rétractent de plus en plus comme autour de leur noyau, le sillon devient de plus en plus profond, jusqu'à ce qu'enfin le mince pédicule qui les relie l'une à l'autre se divise à son tour. Il est à remarquer que dans beaucoup de cas, ce phénomène est précédé d'un grossissement des cellules, ainsi que de leurs noyaux, dans le sens longitudinal ou transversal; ce serait cependant une erreur de croire que cet accroissement doit précéder nécessairement la division, attendu que dans certains cas, notamment dans la segmentation, on voit des cellules se diviser, sans que leurs dimensions aient subi préalablement le moindre changement.

Les phénomènes sont un peu différents dans la division des cellules par bourgeonnement. Ici la cellule mère ne se divise pas aussitôt qu'elle a reçu plusieurs noyaux ; elle commence par croître dans différentes directions, en rapport avec le nombre des noyaux, et ce sont ces bourgeons, dont chacun renferme un noyau, qui, après avoir atteint une certaine maturité, s'étranglent à leur base, de sorte que, à ce qu'il parait, il reste une portion minime de la cellule primitive.

Pour compléter l'image de la division des cellules, il faut mentionner également la division du noyau lui-même. Cette dernière répète exactement celle de la cellule, et dans toutes les cellules susceptibles d'une observation exacte, il est facile de démontrer que le nucléole y joue exactement le même rôle que celui qui est dévolu au noyau dans la cellule. Mais pour ce qui est du nucléole, nos moyens d'observation deviennent insuffisants, et nous savons seulement par expérience que ce nucléole se divise, sans que nous puissions nous rendre compte des phénomènes intimes qu'il présente.

Tels seraient donc assez exactement les phénomènes les plus importants qui accompagnent la division des cellules. Il s'agirait maintenant de découvrir le lien qui les unit entre eux. Mais il est évident que dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de donner une explication de la formation des cellules. Néanmoins il sera peut-être permis de faire remarquer ce qui suit :

1. *Les noyaux agissent comme des centres d'attraction sur la substance des cellules, et le nucléole sur celle des noyaux.*

Par cette attraction, il faut comprendre naturellement non une attraction sur toute la masse, mais des *actions moléculaires* analogues à celles qui sont déterminées par les forces chimiques et physiques, et, sous ce rapport, on peut rappeler les courants de plasma qui, dans les plantes, ont les noyaux pour point de départ, les précipités qui se forment dans le voisinage des noyaux, et l'influence indubitable de ces derniers sur les phénomènes chimiques des cellules. En outre, il sera peut-être permis de mentionner ici les *phénomènes de mouvement* du contenu cellulaire. Si l'on songe aux modifications considérables de forme que déterminent dans les cellules les contractions de leur contenu ; si l'on considère qu'il devient de plus en plus vraisemblable que toutes les jeunes cellules possèdent un contenu contractile ; si, enfin, l'on ajoute qu'un tel contenu s'observe précisément dans les cellules qui se multiplient rapidement, telles que les sphères de segmentation de la grenouille, il ne paraîtra pas étrange de se demander *si ce ne sont pas précisément de pareilles contractions qui, dans la division des cellules, jouent le rôle principal, et si les noyaux ne doivent pas être considérés comme les excitateurs de ces contractions.*

Quant aux noyaux, on pourrait penser également que, dans leur division, les contractions jouent un certain rôle, attendu que, en faveur de la contractilité du contenu nucléaire, plaide au moins cette circonstance que les filaments spermatiques, qui jouissent à un si haut degré de la mo-

tilité, ne sont autre chose que des noyaux allongés. Dans les corpuscules spermatiques des nématodes, dont les mouvements ont été découverts par Schneider, le contenu de noyaux encore peu modifiés paraît susceptible de mouvements (Nelson, Thomson).

2. *Les membranes de cellule ne paraissent jouer aucun rôle spécial dans la division des cellules et ne suivre que passivement le contenu.*

On a évidemment exagéré jusqu'ici l'importance des membranes de cellule; déjà on a reconnu que probablement elles ne jouent jamais un rôle actif dans les mouvements des cellules, et peut-être en est-il de même dans la division des cellules. En ce qui me concerne, l'étude des cellules rouges du sang chez l'embryon, au moment où elles se divisent, a toujours éveillé en moi l'idée que ces membranes suivent passivement le contenu. A l'appui de cette manière de voir, je ferai remarquer que la division des protoblastes sans membrane d'enveloppe se fait exactement de la même façon que celle des cellules, et que partout où ces dernières se divisent, elles ne présentent que des membranes extrêmement minces.

Aujourd'hui que la doctrine de la formation libre des cellules dans un cytoblastème peut être considérée comme complétement écartée, la question de la formation des cellules est tout autre qu'antérieurement, où, à l'exemple de Schleiden et de Schwann, on cherchait à expliquer comment, dans un liquide, se forme un nucléole, autour de celui-ci un noyau, et enfin une membrane de cellule. Pour ce motif aussi, la comparaison, si souvent établie depuis Schwann, entre la cellule et un cristal n'a plus la même importance qu'autrefois. Je ne crois donc pas devoir entrer à ce sujet dans plus de détails. Je ne puis m'empêcher cependant de faire remarquer que, relativement à la formation première des êtres organiques, cette comparaison conserve toute sa valeur. La question des forces qui agissent dans la division des cellules végétales n'a guère encore attiré l'attention des botanistes. Il me semble que des recherches minutieuses devront conduire ici aux mêmes résultats que chez les animaux, attendu que, d'une part, on peut considérer comme certain que la multiplication des noyaux de cellule précède partout la division du protoplasme, et que, d'autre part, le contenu des cellules végétales paraît jouir partout de la contractilité.

L'hypothèse que j'ai formulée ci-dessus, relativement aux causes qui président à la division de cellules, n'a que la valeur d'une première indication. En supposant qu'elle soit exacte, il nous reste à rechercher ultérieurement par quels actes, se passant dans son intérieur, le noyau détermine des mouvements dans le cytoplasme, le nucléole, des modifications du contenu du noyau, et pourquoi le nucléole se divise lui-même. Ce n'est que lorsqu'on sera parvenu à répondre avec précision à ces questions, qu'il sera possible ensuite de dire pourquoi certaines cellules se divisent aussitôt qu'elles contiennent deux noyaux, tandis que d'autres (fibres musculaires striées, cellules à noyaux multiples, en général) au contraire, bien que renfermant de nombreux noyaux, ne se multiplient nullement.

§ 13. **Phénomènes vitaux des cellules développées. — Accroissement.** — Les cellules, une fois formées, accomplissent un nombre considérable de fonctions, qui, de même que celles de tout l'organisme, peuvent se diviser en *animales* et *végétatives*. Ces dernières embrassent tout ce qui est relatif, d'une part, à la forme de la totalité de la cellule et de son contenu, et, d'autre part, à sa composition chimique; on peut les désigner sous les noms d'*accroissement* et d'*échange de matière.*

L'*accroissement* est un phénomène commun à toutes les cellules, et peut, dans certains cas, conduire à de très-forts grossissements, comme dans les œufs, les fibres du cristallin, les cellules de l'ivoire, les fibres musculaires lisses, et surtout les fibres musculaires striées. Le *contenu des cellules*, tout aussi bien que les *membranes de cellule*, participe à l'accroissement, le premier en augmentant simplement de quantité, les secondes en augmentant, soit en surface, soit en épaisseur, deux modes qui se montrent souvent simultanément. L'accroissement des cellules se fait le plus souvent *dans tous les sens*, lorsque ces éléments grossissent sans modification de forme, comme cela se voit, par exemple, dans les œufs, dans beaucoup de cellules nerveuses, etc. Mais souvent aussi il n'a lieu que *dans un sens* : ainsi dans toutes les cellules dont la conformation s'éloigne de la forme sphérique primitive, ce qui donne lieu parfois aux formes les plus singulières, telles que celle des cellules pigmentaires ou nerveuses ramifiées. L'*épaississement* des membranes de cellule peut être observé à un faible degré dans presque toutes les cellules, car elles deviennent toutes un peu plus résistantes avec l'âge ; mais un épaississement un peu considérable ne s'observe que dans un petit nombre de points, tels que les cellules de cartilage, les œufs et certaines cellules épithéliales. Dans certaines circonstances, cet épaississement doit être mis sur le compte de l'accroissement de la membrane de cellule elle-même, sur la *face interne* de laquelle on voit nettement, dans beaucoup de cas, se déposer des couches nouvelles ; d'autres fois, cet épaississement dépend de *dépôts secondaires sur la face externe* de ces membranes. Mais dans un cas spécial, il n'est pas toujours facile de décider lequel des deux phénomènes a eu lieu.

Les *noyaux* et les *nucléoles* participent aussi, jusqu'à un certain degré, à la croissance des cellules. L'accroissement des noyaux en tous sens est très-facile à constater dans toutes les cellules qui grossissent. Sur quelques-uns, tels que ceux des muscles lisses, de la substance conjonctive, de l'épithélium vasculaire et autres, on peut constater un accroissement unilatéral, à la suite duquel les noyaux prennent souvent la forme de bâtonnets étroits et allongés. Chez les insectes, les noyaux de certaines cellules glandulaires se transforment, ainsi que H. Meckel l'a annoncé le premier, en productions très-ramifiées renfermant de nombreux nucléoles. Moi-même j'ai montré que les noyaux des cellules spermatiques forment, en s'allongeant, les filaments spermatiques doués de mouvement. Quant aux nucléoles, il n'est pas rare de les voir croître avec la cellule qui les renferme (corpuscules ganglionnaires, œufs) ; mais il est très-rare, sauf le cas où ils se divisent, de les voir revêtir une forme différente de la forme sphérique.

La croissance des cellules est intimement liée à l'absorption active dont elles sont le siége. Ce point sera plus amplement traité dans le paragraphe suivant. Ici nous ferons remarquer seulement que, suivant que l'accroissement a lieu dans tous les sens ou dans un sens seulement, les

conditions ne sont peut-être pas les mêmes partout. Dans le premier cas, l'augmentation de la masse a lieu évidemment par absorption de substances nouvelles venues du dehors; quant à la membrane de cellule, si elle croît en étendue et en épaisseur, ce phénomène ne peut se concevoir autrement qu'en admettant que dans les liquides qui la traversent et l'abreuvent, il se fait des précipités moléculaires qui se juxtaposent aux molécules qui existent déjà. Pour se rendre compte de ce fait on peut, avec Schwann, invoquer diverses hypothèses; mais rien jusqu'à ce jour ne nous a été dévoilé sur sa véritable nature. Dans la *croissance unilatérale*, il y a *peut-être partout*, *dans le principe*, en tant que la masse des cellules ne change point, *des contractions du contenu cellulaire*, rendant les cellules étoilées ou fusiformes. Si les cellules restent libres et à l'état de protoblastes, ces formes ne sont pas nécessairement permanentes; c'est ce qui peut se voir dans certaines cellules des animaux inférieurs. Mais elles peuvent aussi, dans certains cas, se maintenir, comme dans les cellules vibratiles, dont les cils peuvent être considérés comme des formations produites par les mouvements du cytoplasme, dans les cellules nerveuses, les cellules de la substance conjonctive gélatineuse, etc. La chose est bien différente quand les cellules s'entourent d'une membrane résistante ou s'unissent entre elles; la nouvelle forme est alors permanente, et les contractions, quand elles persistent, ne s'étendent qu'au contenu cellulaire. C'est ce qui se voit dans les cellules pigmentaires des amphibies, qui, d'après Lister, conservent leur forme étoilée, malgré que leur cytoplasme se soit contracté en une masse sphérique; je ne serais pas éloigné de penser que toutes les cellules anastomosées du tissu conjonctif des animaux supérieurs se comportent de même.—La croissance unilatérale s'accompagne-t-elle d'une augmentation de la masse, comme dans l'une et l'autre espèce d'éléments musculaires? il est possible qu'outre un dépôt non interrompu de nouveau cytoplasme, il se produise également des phénomènes de motilité, et dans ce cas, *toute croissance unilatérale des cellules pourrait être ramenée à un seul et même phénomène fondamental.*

Pourquoi les phénomènes de la croissance sont-ils beaucoup plus simples dans les noyaux que dans les cellules? Nous l'ignorons encore. Mais il est à remarquer que, attendu que la croissance ne se montre pas seulement dans les cellules, les noyaux et les nucléoles, mais aussi dans les autres vésicules qu'on rencontre dans le contenu des cellules, elle constitue une propriété générale des vésicules organiques, qui ne saurait trouver son explication uniquement dans les phénomènes dont les cellules sont le théâtre; ce qui ne veut pas dire que la croissance des cellules ne présente rien de spécial.

On est tenté de rapporter le mode et l'énergie de la croissance en général au mouvement nutritif qui s'opère dans les vésicules en question, à leur composition chimique et à certaines circonstances extérieures. Un élément de cette nature est-il formé simplement de graisse et d'une enveloppe protéique? ou bien la croissance y sera complétement nulle, ou elle se réduira à une certaine augmentation de la

goutte de graisse. Dans le cas contraire, un développement plus considérable de cet élément sera possible; mais alors il sera important de savoir en quelle proportion les matériaux pourront affluer et quelles sont, du reste, les excitations et influences extérieures qui se manifestent. Si une vésicule organique, telle qu'un noyau, ou une vésicule vitelline, se trouve dans un milieu simple, presque invariable dans sa composition, et dont toutes les portions sont soumises à la même pression, elle ne tardera pas à se mettre en équilibre avec ce milieu. Si, au contraire, le liquide ambiant est très-variable, comme le liquide nutritif de beaucoup de cellules, si la pression qu'il supporte n'est pas toujours la même, de telle sorte que l'échange de matière est plus actif dans la vésicule, elle devient susceptible d'un accroissement plus considérable. Dans les cellules, il faut considérer aussi que, contrairement aux noyaux, elles renferment une formation, le noyau, qui lui-même est le siége d'un mouvement nutritif, et qui doit augmenter celui qui leur est propre. L'idée exprimée dans ce paragraphe, que la croissance dans un seul sens est liée essentiellement aux phénomènes de contractilité du cytoplasme, cette idée mérite considération, bien qu'elle ne doive être envisagée que comme une vue qui demande de nouvelles preuves pour être démontrée.

L'épaississement des membranes de cellule a lieu, dans certains cas, de telle façon qu'il est impossible de reconnaître au microscope s'il se fait par juxtaposition de nouvelles couches, ou par dépôt de nouvelles molécules entre les anciennes, et l'on peut citer ici particulièrement les éléments des épithéliums et des tissus cornés, puis les cellules musculaires striées à noyaux multiples, dont la membrane de cellule (sarcolemme) devient manifestement plus solide, en même temps qu'elle croît, les œufs de beaucoup d'animaux, beaucoup de cellules de cartilage, certaines cellules adipeuses remplies de sérum, dans l'anasarque, etc. Dans tous les cas où l'épaisseur de la paroi permet une observation précise, on reconnaît cependant que l'augmentation a lieu par apposition de couches nouvelles à la membrane ancienne; il est vraisemblable, par conséquent, que ce mode de croissance est commun à toutes les membranes en général. Cette apposition, d'ailleurs, a lieu de *deux façons*. Tantôt (membranes de l'œuf stratifiées ou poreuses) les dépôts ont toujours lieu au voisinage immédiat du cytoplasme, et apparaissent comme *dépôts à la surface interne de la membrane de cellule primitive*; et tantôt ils se font certainement à *la surface externe de la membrane de cellule*, comme dans les capsules villeuses des œufs de poissons (cyprinoïdes, scomberésoces), les cylindres de l'épithélium intestinal, à paroi épaissie et poreuse, et les cellules épidermiques du sucet et du *Protopterus*. Quelque chose de semblable se voit également dans les plantes, dont les membranes de cellulose s'épaississent évidemment par leur face interne, mais qui néanmoins présentent souvent des dépôts opérés à leur surface externe.

§ 14. **Échanges de matière dans les cellules. — Absorption, transformation des matériaux.** — Pour saisir nettement les phénomènes nutritifs que présentent les cellules, il serait nécessaire, avant tout, de posséder sur les *propriétés chimiques* et *morphologiques* du contenu des cellules des notions plus approfondies que celles que nous avons. Pour ce qui est du premier point, deux sortes de cellules seulement, l'œuf et les globules du sang, ont été soigneusement examinées; mais ces derniers se comportent d'une manière tellement spéciale, que l'on ne saurait guère les prendre pour type des cellules en général. Nous en sommes donc réduits exclusivement à nos recherches sur le vitellus de l'œuf. De ces recherches, cependant, rapprochées des notions que nous ont fournies l'étude de certains organes très-riches en cellules, tels que le foie, les reins, le pancréas, etc., et l'examen microchimique de beaucoup de cellules, on peut conclure

qu'une foule de cellules, outre le cytoplasme ordinaire (voy. § 8), dont il serait du reste utile d'avoir une connaissance plus approfondie, renferment diverses substances spéciales, en proportions très-variables, et parmi ces substances, certaines matières protéiques particulières, le mucus, les matières pigmentaires, quelques principes amylacés, le sucre, les graisses, jouent un rôle principal.

En ce qui concerne la distribution des substances dans le contenu de la cellule, les connaissances actuelles conduisent à admettre que, sous ce rapport, deux conditions différentes sont réalisées principalement dans les cellules. Dans les unes, en effet, le contenu, quelles que soient les particularités chimiques ou morphologiques qu'il présente, est distribué uniformément dans tout l'espace cellulaire; dans les autres, au contraire, il est divisé en portions plus ou moins nettement séparées les unes des autres, dont l'une est constituée par le plasma cellulaire (cytoplasme, protoplasme des botanistes), et l'autre par un liquide cellulaire. Aux premières, qu'on pourrait appeler *cellules monoplasmatiques*, appartiennent toutes les jeunes cellules de l'embryon, sans exception, lesquelles renferment exclusivement du vitellus liquéfié, type du cytoplasme, et aussi un grand nombre de cellules de l'embryon et de l'adulte; ces cellules, à leur tour, se présentent sous deux formes, celles dont le contenu n'est constitué que par le plasma cellulaire ou cytoplasme primitif, et celles dans lesquelles d'autres substances sont mêlées à ce cytoplasme. Si nous connaissions mieux le plasma cellulaire primitif et le contenu des cellules en général, il serait possible de dire à cet égard quelque chose de certain; mais, dans les circonstances actuelles, on ne peut provisoirement qu'exprimer cette présomption, qu'aux cellules ne renfermant que du cytoplasme appartiennent les globules blancs du sang, les cellules des glandes folliculeuses, les plus jeunes éléments des formations cornées stratifiées, et peut-être aussi les corpuscules de tissu conjonctif, les cellules osseuses, cartilagineuses et certaines cellules des sucs glandulaires (sperme); aux autres, au contraire, appartiennent les éléments du foie, du rein, du pancréas, des glandes muqueuses, etc. Les cellules renfermant deux espèces de contenus parfaitement distinctes, comme cela se voit si fréquemment dans les plantes, se rencontrent plus rarement chez les animaux. Parmi ces cellules, auxquelles je donnerai le nom de *cellules diplasmatiques*, je rangerai : 1° les *cellules adipeuses*, dans lesquelles le cytoplasme est réduit à une mince couche entourant le noyau, le reste de la cavité cellulaire étant occupé par une goutte de graisse; 2° les *globules rouges du sang*, qui, comme l'a montré V. Hensen (l. i. c.), renferment, outre le contenu coloré, un peu de cytoplasme, du moins chez les grenouilles; 3° les *cellules de la corde dorsale* à une certaine phase de leur développement, où leur contenu n'est pas encore complétement liquéfié; 4° les *cellules animales* dans lesquelles j'ai observé une circulation de fluides (voy. plus bas); 5° les *glandes unicellulaires*, qui présentent une cavité spéciale pour loger leur produit de sécrétion (insectes, lepidosiren); 6° les *cellules du foie des mollusques et des*

crustacés, dont les cellules sécrétoires, décrites par H. Meckel, pourraient bien n'être, dans l'origine, que des cavités entourées de cytoplasme et renfermant des substances grasses ou des matières colorantes de la bile; 7° les *cellules rénales des mollusques* (H. Meckel), auxquelles s'applique la même observation. Peut-être faut-il ranger dans la même catégorie beaucoup d'autres cellules animales; on consultera surtout à ce sujet les travaux de Leydig, qui a eu souvent l'occasion de confirmer les données de Meckel. Mais il est à remarquer (Carion) *qu'entre les cellules monoplasmatiques et les cellules diplasmatiques, il existe une multitude de transitions.* Toutes les cellules diplasmatiques commencent par être monoplasmatiques, et traversent toute une série de phases du développement, avant d'arriver à l'autre extrémité; certains éléments se maintiennent toute leur vie dans une de ces phases, comme les cellules à contenu simple en apparence, mais qui cependant n'est plus uniquement du cytoplasme primitif, cellules dont il a été question plus haut, et beaucoup d'autres, parmi lesquelles il faut citer avant tout les cellules à dépôts figurés (gouttelettes graisseuses, granulations pigmentaires, lamelles et vésicules vitellines, etc.). — Pour compléter le tableau, disons encore : 1° *que dans certaines cellules, le cytoplasme finit par se détruire complétement;* on n'y trouve plus *alors que du liquide cellulaire*, comme dans les cellules de la corde dorsale des poissons complétement développée, dans les cellules sanguines des mammifères et de l'homme (?), dans certaines cellules exclusivement remplies, paraît-il,de mucus (?), dans les vésicules du sperme parfait (?); et 2° qu'il existe également des cellules qui, arrivées au terme de leur carrière, ne renferment ni cytoplasme, ni liquide cellulaire : telles sont les cellules converties en corne des productions épidermiques.

Il résulte de ce qui précède, que les cellules animales, eu égard à la conformation de leur contenu, peuvent se présenter sous des formes très-diverses. A côté de cellules qui ne contiennent que du cytoplasme, s'en trouvent d'autres qui renferment tel ou tel liquide uniformément mélangé, en apparence, avec le cytoplasme plus épais, ou qui présentent des granulations de diverses sortes, déposées dans ce dernier; d'autres qui contiennent du plasma cellulaire et du liquide cellulaire complétement séparés, chacun dans un espace propre; d'autres, enfin, bien que rarement, qui ne contiennent que du liquide cellulaire, sans cytoplasme, ou même ne présentent aucun contenu. Le problème posé aux micrographes consiste à montrer quels sont les rapports mutuels de ces diverses espèces de cellules, et à établir d'une manière générale les lois qui président au mouvement nutritif dans les cellules.

Si nous portons d'abord nos regards sur ce qui se passe dans l'*intérieur* des cellules, en prenant pour point de départ les premiers éléments de l'embryon, nous voyons que chez tous les êtres ces éléments, outre le plasma cellulaire, contiennent une certaine quantité de particules figurées (éléments vitellins de toute sorte), qu'on doit considérer comme des *matériaux nutritifs* pour ces êtres. Si ensuite nous suivons ces cellules,

nous trouvons, et la chose se démontre admirablement sur les batraciens, que les particules en question se dissolvent peu à peu et disparaissent, en même temps que les cellules se multiplient par des divisions répétées. Pendant ce temps également certaines cellules commencent à manifester leur activité spéciale, d'où résulte la formation d'un liquide cellulaire propre (cellules sanguines) ou une conformation particulière du cytoplasme (dépôt de la substance striée dans les cellules musculaires), ou une précipitation de substances nouvelles à l'état insoluble (cellules pigmentaires). Dans un très-grand nombre d'éléments embryonnaires, cependant, ces phénomènes spéciaux font défaut, et toute leur vie consiste essentiellement à consommer peu à peu les principes nutritifs contenus dans le vitellus, jusqu'à ce qu'enfin ils ne contiennent qu'un suc qu'on peut considérer comme le type du cytoplasme. Une fois les cellules arrivées à ce degré de développement, une série de phénomènes passent au premier plan, qui peut-être avaient lieu déjà antérieurement, mais d'une manière moins évidente, à savoir la mutabilité du cytoplasme, rappelant en petit ce que l'organisme montre en grand. Si nous avons admis plus haut que les cellules monoplasmatiques ne renferment du cytoplasme, la chose ne doit cependant pas être prise à la lettre; car il n'est nullement douteux que dans ces cellules également le contenu est soumis à une variation constante, que, d'une part, il se résorbe d'une manière lente, mais incessante, et d'autre part, se reforme à nouveau. Nous fondant sur l'étude du vitellus de l'œuf, admettons que le cytoplasme consiste essentiellement en un principe protéique insoluble dans l'eau, imprégné d'une certaine quantité de substances dissoutes dans l'eau [sels, matière glycogène (?), sucre] et contenant en outre des corps gras neutres et azotés, et certains sels (sels terreux) combinés plus solidement; supposons, en outre, que le contenu cellulaire et les liquides ambiants se font incessamment des échanges mutuels, par suite desquels surtout de l'oxygène, des substances protéiques dissoutes et des sels pénètrent dans les cellules, et nous trouverons que dans le mouvement nutritif ordinaire, il se forme, d'une part, par transformation du cytoplasme, des principes azotés solubles (par exemple, la leucine, la tyrosine, la créatine, l'acide urique), des principes non azotés également solubles (sucre, acides organiques), et enfin certains sels, de l'acide carbonique, de l'eau; tandis que, d'autre part, le plasma cellulaire se renouvelle dans ses parties essentielles. L'intensité de ces phénomènes, naturellement, sera fort variable dans les différentes cellules. Il y aura d'ailleurs des éléments dans lesquels la destruction et la formation du cytoplasme seront en équilibre, d'autres dans lesquels l'une ou l'autre prendra le dessus. Enfin chacun de ces phénomènes ne sera pas toujours lié à des éléments particuliers; tous deux pourront se montrer, à des époques différentes, dans un seul et même élément; d'où résultent, ainsi qu'il est facile de le comprendre, un nombre considérable de formes du phénomène. Pour rendre ce fait plus compréhensible, il est nécessaire de citer quelques exemples.

Tenons-nous-en d'abord à la cellule monoplasmatique, qui est la plus simple : nous trouvons, comme éléments dans lesquels la formation et la destruction se tiennent en équilibre, en premier lieu, une multitude d'éléments sans fonction propre bien évidente, tels que les cellules de cartilage de l'organisme adulte, les éléments des épithéliums simples, les cellules des glandes folliculeuses, des os, etc.; en second lieu, des productions telles que les fibres musculaires et les cellules nerveuses, dont les fonctions toutes spéciales déterminent un échange de matière extrêmement énergique. Comme nous connaissons assez bien la composition chimique des cellules musculaires et leurs produits de décomposition, elles nous donnent une excellente indication sur les changements moléculaires qui s'accomplissent dans l'intérieur des éléments; il ne faut pas oublier cependant que ces changements ne sont peut-être pas partout aussi compliqués que dans ces importantes formations. Les cellules de l'organe phosphorescent du lampyris sont également d'une importance particulière, puisque leur cytoplasme, riche en albumine, est soumis parfois à une combustion si active, qu'elle détermine une production de lumière, phénomène dans lequel, ainsi que je l'ai montré, il se produit de l'urate d'ammoniaque appréciable sous le microscope. Les cellules dans lesquelles la formation l'emporte, sont toutes celles qui grandissent, comme les deux espèces de cellules musculaires en voie de développement, les fibres cristallines, certaines cellules glandulaires (cellules spermatiques, œufs, etc.), puis, en un mot, les éléments qui sont soumis à une multiplication de longue durée ou permanente, comme beaucoup de cellules embryonnaires, les éléments les plus profonds des formations cornées, les cellules de cartilage en voie de multiplication, etc. — Enfin, des éléments dont le plasma est soumis à une résorption prédominante, se rencontrent dans tous les organes qui s'atrophient physiologiquement ou pathologiquement, et aussi dans quelques parties permanentes, comme les corpuscules de tissu conjonctif des ligaments élastiques, chez les jeunes animaux, corpuscules qui finissent par disparaître lorsque ces ligaments sont développés.

Si, des cellules monoplasmatiques, nous passons aux cellules diplasmatiques et aux formes intermédiaires, nous y voyons les mêmes phénomènes fondamentaux. Ce qui est surtout remarquable au point de vue *chimique*, c'est la production de principes spéciaux, qui est liée à des organes déterminés, comme celle de la mucine, de substances protéiques toutes spéciales, solubles ou insolubles (pepsine, pancréatine, matière protéique des lamelles vitellines des poissons et des amphibies), de principes colorants (hématine, matière colorante de la bile, mélanine), de graisses, d'acides biliaires, de principes constituants de l'urine, etc. Au sujet de ces substances, il est à remarquer que leur importance physiologique est extrêmement variable, attendu que les unes sont sans signification dans la vie de la cellule, tandis que les autres, de même que les grains de fécule des cellules végétales, représentent des matériaux nutritifs qui seront

utilisés plus tard et peuvent de nouveau se transformer en cytoplasme. Au point de vue *morphologique*, deux circonstances doivent être mentionnées : tantôt les principes nouvellement formés ou devenus libres se déposent *sous forme solide* dans le cytoplasme, comme les granulations pigmentaires, les granulations protéiques du vitellus, les granulations d'urates, de sels calcaires (cellules des animaux inférieurs), etc., et tantôt, au contraire, ils conservent l'*état liquide*, mais se présentent de deux manières différentes. Parmi les liquides cellulaires, en effet, les uns restent assez *uniformément distribués dans le cytoplasme* et sont destinés à être *éliminés*, comme les produits d'un grand nombre de glandes; les autres s'accumulent dans des cavités particulières et donnent naissance aux véritables cellules diplasmatiques, dont nous avons fait l'énumération plus haut. Dans ces cellules, comme dans les cellules à cytoplasme simple, les phénomènes de vitalité se manifestent avec des modifications variées. Certaines cellules croissent pendant fort longtemps, et déposent continuellement des corpuscules solides et du cytoplasme dans leur intérieur (œufs); d'autres consomment leur cytoplasme, en même temps qu'il se forme une certaine quantité de liquide cellulaire (cellules adipeuses, cellules sanguines, cellules de la corde dorsale, du foie et des reins chez les mollusques), de sorte que, en définitive, il ne reste plus que des traces du cytoplasme ou qu'il a complétement disparu. D'autres, enfin, transforment constamment le cytoplasme en substances spéciales, mais en même temps renouvellent ce cytoplasme (cellules des glandes), phénomène qu'on peut très-bien suivre dans les glandes unicellulaires, qui, outre la cavité de réception du produit de sécrétion, présentent et conservent toujours une quantité considérable de cytoplasme.

Jusqu'ici il n'a été question que du contenu des cellules; mais il est à remarquer que les *membranes de cellule* participent d'une certaine façon aux phénomènes de vitalité des cellules. Ainsi qu'il a été dit précédemment, ces enveloppes, non-seulement s'épaississent et se condensent avec l'âge, dans la plupart des cellules, mais encore acquièrent des propriétés chimiques différentes, et deviennent plus réfractaires aux acides et aux alcalis (formations épidermiques, cellules sanguines, fibres musculaires, cellules adipeuses, cellules de cartilage, œufs, corpuscules de tissu conjonctif, etc.). Ce sera l'objet de recherches ultérieures de déterminer les causes de ce phénomène, et de décider si la composition chimique de la membrane de cellule primitive se modifie véritablement avec le temps, ou si les différences ne tiennent pas simplement à une absorption de sels, analogue à celle que les botanistes sont portés à admettre pour les membranes des cellules végétales.

Si nous cherchons à expliquer les phénomènes de nutrition des cellules qui viennent d'être mentionnés, nous nous trouvons tout d'abord en face de cette question : De quelle manière s'accomplit l'*absorption* dans les cellules? En y réfléchissant un peu, on s'aperçoit que, dans cette fonction, une multitude de ressorts combinent leur action pour produire

un effet d'ensemble; de sorte que c'est un problème difficile de déterminer, dans un cas particulier, comment elle s'accomplit, d'autant plus que bien certainement une foule de phénomènes, et peut-être les plus importants de la vie cellulaire, nous sont encore inconnus. Parmi ces influences, il faut citer la *tension sanguine* et d'autres conditions de *pression extérieure*, les *courants diosmotiques*, les *phénomènes d'imbibition*, les *effets de la pression dans l'intérieur des cellules elles-mêmes*, les *phénomènes chimiques qui se passent dans ces éléments*, les *actions nerveuses*. Bien que ces influences n'entrent peut-être jamais en jeu toutes à la fois, il ne manque pas cependant de cellules dans lesquelles plusieurs d'entre elles agissent simultanément; il me paraît donc rationnel, pour rendre la compréhension plus facile, de choisir les cas les plus simples comme point de départ. On peut désigner comme tels ceux qui sont les analogues de ce qui se voit dans les plantes simples et qu'on trouve dans les animaux inférieurs, dans les cellules des embryons et les cellules des animaux supérieurs librement suspendues dans un liquide. Prenons, par exemple, les premières cellules blastodermiques d'un embryon de mammifère, les cellules de l'embryon rudimentaire d'un vertébré inférieur, ou les premières cellules sanguines incolores d'une larve de grenouille, dans lesquelles l'absorption ne peut s'exercer qu'aux dépens du vitellus, du liquide contenu dans la vésicule blastodermique ou du premier plasma sanguin; il est évident que là ce sont surtout les phénomènes chimiques ayant lieu dans l'intérieur de la cellule et les phénomènes d'imbibition qui sont en jeu. C'est ce que montrent le mieux les cellules sanguines des larves de grenouille. D'abord parfaitement semblables aux autres cellules embryonnaires, et complétement remplies de granulations vitellines, ces cellules subissent bientôt, dans leur intérieur, des modifications chimiques importantes, par suite desquelles les granulations vitellines se dissolvent peu à peu, en même temps que la matière colorante rouge s'y développe. Comme conséquence de cette modification dans la composition chimique du contenu cellulaire, les rapports des cellules avec le liquide ambiant doivent se modifier, et il ne peut être douteux que, d'une part, des matériaux du plasma pénètrent dans les cellules, et que, d'autre part, certaines portions du contenu cellulaire s'en échappent, bien qu'il soit impossible de déterminer les conditions intimes de cet échange. De tout temps on a été porté à attribuer ces phénomènes à l'endosmose; mais j'ai montré (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. VII, p. 253) que les cellules sanguines, en présence de diverses solutions salines, ne se comportent nullement comme on aurait pu s'y attendre d'après nos connaissances sur l'équivalent endosmotique de ces sels, tandis que tous les phénomènes observés concordent parfaitement avec les réactions que j'ai vues s'opérer entre des parties élémentaires imbibées de liquide et perméables (filaments spermatiques, fibres nerveuses, fibres musculaires), et les solutions salines. Il ne faudrait pas croire cependant que cet échange par imbibition a lieu dans un corpuscule sanguin à peu près comme

dans une fibre imbibée d'une solution saline et que l'on plonge dans l'eau. Dans les éléments vivants, d'autres influences se font sentir, par suite desquelles ces éléments maintiennent leur composition spéciale vis-à-vis des milieux ambiants. De même que le contenu d'une plante unicellulaire, celui des cellules d'un spongiaire ou d'un autre animal vivant dans l'eau ne se met nullement en équilibre avec l'eau douce ou salée, de même le plasma qui imprègne les fibres musculaires, conserve sa spécialité vis-à-vis du plasma sanguin qui le nourrit; de même aussi les cellules sanguines, et en général toutes les cellules, maintiennent avec une grande énergie la composition spéciale qu'elles ont acquise. La raison de ce fait pourrait bien être que les cellules transforment constamment, et dans deux sens opposés, les substances qui pénètrent dans leur intérieur, pour créer et pour détruire, ce qui, en conservant toujours l'énergie du double courant d'imbibition, garantit également la composition spéciale des cellules. Témoin les organismes unicellulaires des deux règnes, qui fabriquent leur contenu si varié au moyen d'un petit nombre de substances très-simples. Il est vraisemblable, cependant, qu'il intervient en outre, dans ces phénomènes, des attractions et des répulsions encore très-obscures, qui, d'une part, maintiennent réunies les parties constituantes des cellules et mettent obstacle à la pénétration de certaines substances, et, d'autre part, favorisent l'introduction et l'issue de certaines autres. Si nous voyons que les cellules hépatiques ne laissent passer la bile que dans un sens, et que les cellules rénales s'opposent à l'issue de l'albumine qu'elles renferment; si nous considérons que, pendant la vie, l'urine n'est point résorbée dans la vessie, ni la matière colorante de la bile dans les voies biliaires et dans l'intestin, et que cela a lieu cependant sur le cadavre; si nous ajoutons, enfin, l'influence remarquable que les nerfs exercent sur les phénomènes chimiques des cellules musculaires et des cellules phosphorescentes du lampyris, nous arriverons à cette conviction qu'au mouvement de la matière dans les cellules préside encore un régulateur spécial, dont nous ne pouvons rien dire de précis jusqu'à présent, bien qu'il soit probable que les phénomènes électriques qui se passent certainement dans les cellules, aussi bien que dans leur progéniture, les tubes nerveux et les fibres musculaires, y prennent part.

Jusqu'ici il n'a été question que des formes les plus simples de l'absorption par les cellules; il faut maintenant y ajouter ce qui suit : dans un très-grand nombre de cas, la *tension sanguine* constitue le régulateur principal de la pénétration des substances, surtout dans les cellules glandulaires, ce qui toutefois ne veut pas dire que les cellules laissent passer toutes les substances qui se sont échappées des capillaires. L'*endosmose* peut aussi entrer en jeu, lorsque, comme dans la muqueuse intestinale, par exemple, des couches de cellules se trouvent entre deux liquides susceptibles d'échanges réciproques. A la surface externe du corps, l'*évaporation* favorise le passage de certaines substances dans les cellules épidermiques. Enfin les *cellules elles-mêmes*, comme Donders l'a

exposé très-judicieusement, *développent, sous l'influence de leurs membranes élastiques, certains phénomènes de pression*, dont il faut également tenir compte. C'est ainsi qu'un grand nombre d'influences externes et internes se réunissent pour faire du phénomène de l'absorption par les cellules un des actes les plus compliqués, mais aussi les plus importants dans l'étude des phénomènes de la vie, et dont l'examen mérite, de la part des physiologistes, une attention beaucoup plus grande que celle qu'on lui a accordée jusqu'ici.

Il convient de dire ici quelques mots sur l'*importance des membranes de cellule*, que l'on a tantôt exagérée et tantôt dépréciée. Leur principal rôle, à mon avis, consiste *à protéger le contenu cellulaire contre les liquides ambiants, et à l'aider à maintenir sa conformation spéciale et sa composition chimique propre;* or, cette action est nécessaire et s'exerce, en effet, à des degrés divers. Si les cellules n'ont que des enveloppes très-minces ou si elles en sont complétement dépourvues, leur contenu se mettra beaucoup plus facilement en équilibre avec les liquides intercellulaires, et leur composition sera moins spéciale; si, au contraire, les enveloppes sont plus denses, elles opposeront plus de résistance à la pénétration des substances, et il y aura plutôt lieu à des transformations spéciales du contenu. En ce qui concerne la protection des cellules, il est à considérer *que celles qui ne renferment que du cytoplasme, lequel est insoluble dans les liquides cellulaires, peuvent plutôt se passer de membrane que les éléments qui renferment beaucoup de liquide cellulaire, facile à dissocier*. De même que dans les plantes, une foule d'éléments, dans les animaux supérieurs, ne pourraient subsister sans enveloppe (voy. les cellules adipeuses, les cellules de la corde dorsale, beaucoup de cellules épithéliales). On ne saurait disconvenir, au contraire, que, dans les formes animales les plus simples, avec leur conformation si variable (polythalames, spongiaires), et dans un grand nombre d'éléments des animaux supérieurs, protégés par leur siége ou par la constitution de leur contenu, une enveloppe est loin d'être nécessaire.

Nous ne savons encore que très-peu de chose touchant l'explication *des phénomènes qui se passent dans l'intérieur des cellules*. Néanmoins on peut, dès à présent, attirer l'attention sur les faits suivants :

1° Il n'est nullement douteux que le mouvement nutritif des cellules se passe principalement dans le cytoplasme, attendu que la formation de substances dans leur intérieur procède de ce dernier et que la nutrition des cellules aboutit constamment à un développement de plasma cellulaire. Le cytoplasme, par conséquent, est la *substance essentiellement vivante* des cellules, proposition qui est confirmée encore par ce fait que c'est exclusivement par le cytoplasme que se fait la multiplication des cellules, et que lui seul participe aux phénomènes de motilité dont il sera question plus loin. Mais, si le cytoplasme occupe certainement la première place dans les phénomènes vitaux de la cellule, il ne faut pas oublier cependant que les autres parties constituantes de cette dernière les

fluides cellulaires, les enveloppes et les substances figurées déposées dans le cytoplasme, jouent aussi un certain rôle dans le mouvement nutritif. Pour ce qui est des membranes, dont les transformations chimiques sont encore peu élucidées, nous ne pouvons, il est vrai, que présumer leur influence. Nous savons, au contraire, que les substances figurées déposées dans le contenu cellulaire ne sont pas toujours des éléments invariables; car les granulations vitellines, qui jouent un rôle si important dans la nutrition des cellules de l'embryon, nous donnent pertinemment la preuve du contraire. On peut en dire autant des liquides cellulaires, et je me contenterai ici d'attirer l'attention sur un des exemples les plus instructifs, sur les cellules contenant de la graisse (foie des animaux qui allaitent, par exemple) et sur les cellules adipeuses proprement dites, dont la graisse peut disparaître complétement.

2° Un autre phénomène extrêmement important dans le mouvement nutritif des cellules est ce que l'on peut appeler simplement la *respiration des cellules*. Depuis que l'on sait que le tissu musculaire absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique, et que tous les liquides interstitiels du corps contiennent ces gaz en dissolution, aucun micrographe judicieux ne met en doute que les phénomènes de combustion qui se passent dans l'organisme, considéré en totalité, ont leur siége dans toutes les particules dont il se compose. Les physiologistes et les chimistes étant encore peu familiarisés avec cette manière de voir, on peut ajouter que les animaux et les plantes unicellulaires respirent également, et que chez les animaux dont les organes respiratoires se ramifient dans le corps comme les branches d'un arbre (insectes), ces organes se distribuent à des éléments celluleux (cellules musculaires, adipeuses, glandulaires, cellules de l'organe phosphorescent du lampyris), voire même, comme je l'ai montré, pénètrent *dans l'intérieur* des cellules, dans les organes sérigènes des chenilles, et, comme je crois l'avoir vu, dans les cellules musculaires. S'il en est ainsi, personne ne refusera d'admettre avec moi que l'oxygène qui pénètre dans les cellules, est le principal excitateur de l'échange de matière dont elles sont le siége.

3° Incontestablement le *noyau de cellule* n'est pas sans exercer une certaine influence; car, de même qu'il détermine la division des cellules, il constitue également le point central de la circulation plasmatique et des dépôts et dissolutions qui se font dans les cellules. De plus, il exerce une influence des plus marquées sur la croissance de la cellule, comme le prouvent très-bien, d'une part, l'énorme développement que prennent les fibres musculaires striées pendant que leurs noyaux se multiplient si rapidement et les grosses cellules des organes sérigènes des chenilles, avec leurs noyaux ramifiés de tous côtés; d'autre part, cette circonstance que les cellules qui ont perdu leur noyau ne grossissent jamais (cellules rouges du sang, lamelles épidermiques) ou même se détruisent (l'atrophie de la queue des larves de grenouille est précédée, d'après Bruch, de la disparition des noyaux). Quant à une détermination plus exacte de l'influence

du noyau, l'histologie n'est pas encore en état de la fournir. Il est à remarquer cependant qu'on a déjà comparé les noyaux à des ferments, attendu qu'ils sont composés de substances azotées; mais cela n'avance guère la question. On peut même opposer à cette hypothèse que le *plasma du noyau* lui-même présente un certain *échange de matière*, à la vérité, encore peu connu, et qui, à en juger du moins par les conditions morphologiques, n'est nullement comparable à celui des cellules. Tout ce qu'on voit, c'est un éclaircissement ou une liquéfaction du contenu, visqueux dans l'origine, d'où il résulte que les noyaux des jeunes cellules paraissent homogènes et transparents, et que ceux des cellules anciennes figurent nettement des vésicules. Il est très-rare, au contraire, que des granulations se forment dans le noyau (voy. plus haut); on n'y rencontre pas non plus, chez les animaux, de matières colorantes, de cristaux, de concrétions; au contraire, d'après mes observations, il paraît se former des filaments urticants dans les noyaux des invertébrés.

Il n'en sera pas moins permis, à mon avis, d'attribuer aux noyaux un mouvement nutritif très-énergique, et cela d'abord en raison de la manière dont ils se comportent avec la solution ammoniacale de carmin, qui les colore plus rapidement et d'une façon plus durable que toutes les autres parties de la cellule (Gerlach), et l'on pourrait peut-être, avec Beale, expliquer ce fait par une réaction acide du plasma nucléaire; en second lieu, en raison du rôle important que jouent certains noyaux, à savoir les filaments spermatiques, dans la fécondation, et qui consiste en ce qu'ils exercent une influence toute spéciale sur l'œuf. Mais ces faits ne permettent pas de caractériser plus nettement le mode d'action des noyaux, et ce n'est que comme simple présomption que je dirai que peut-être le contenu nucléaire possède surtout une affinité spéciale pour l'oxygène, devient par là le siége d'une action chimique énergique, et développe ainsi ses influences ultérieures.

4° Enfin, il est à remarquer encore que les phénomènes chimiques des cellules sont aussi sous l'*influence des nerfs*. C'est ce qui a lieu, d'abord, dans les cellules musculaires de toute espèce et dans les cellules pigmentaires des batraciens, attendu que leurs contractions s'accompagnent de transformations chimiques; en second lieu et plus nettement encore, dans les cellules de l'organe phosphorescent du lampyris, où, sous l'influence des nerfs, il se manifeste un mouvement chimique (oxydation) si énergique, qu'il en résulte un développement de lumière. Il faudrait citer ici également les cellules de la glande sous-maxillaire des mammifères, à supposer que les observations récentes de Schlüter et de Pflüger se confirment.

Quelque importants que soient les faits que nous venons de passer en revue, ils sont loin d'être suffisants pour permettre de saisir les lois qui régissent le mouvement de la matière dans les cellules; ce sera donc l'objet de recherches ultérieures de porter de nouvelles lumières dans cet obscur domaine.

Le contenu cellulaire a été récemment l'objet d'une nouvelle discussion approfondie, surtout de la part de V. Hensen. Cet investigateur pense que ce contenu est composé partout, comme dans les plantes, de plasma cellulaire (cytoplasme ou protoplasme) et d'un liquide. Je ne saurais me rallier à cette opinion, puisque je crois, avec M. Schultze (*Müll. Arch.*, 1861, p. 24), que dans les deux règnes, on rencontre beaucoup d'éléments qui ne renferment que du cytoplasme. Que les animaux présentent également des cellules dont la structure est analogue à celle des cellules végétales, c'est ce qui résulte des faits exposés dans ce paragraphe, où cette particularité importante est traitée avec détail.

§ 15. **Des excrétions de matière opérées par les cellules.** — Les phénomènes vitaux des cellules animales ne consistent pas seulement à absorber et à métamorphoser des matériaux; parmi ces derniers, il en est qui redeviennent libres et sont utilisés ensuite, d'une manière ou d'une autre, ou bien sont simplement expulsés de l'organisme. Dans beaucoup de cas, les choses se passent de telle sorte que les cellules sont détruites; c'est ce qui a lieu dans beaucoup de glandes, dans lesquelles le produit de sécrétion parfait n'est autre chose, pour ainsi dire, que le contenu des cellules glandulaires (lait, sperme, matière sébacée, bile des animaux inférieurs, encre des céphalopodes). D'autres fois, les cellules persistent sans altération, pendant qu'elles excrètent certaines substances. Ce phénomène peut s'accomplir de deux manières :

1. *Les cellules restituent des substances qu'elles ont empruntées au dehors, et sans que ces substances soient modifiées.* — C'est ce qui a lieu dans les cellules épithéliales des glandes qui, comme les reins, les glandes lacrymales, les poumons, etc., se laissent simplement pénétrer par certains matériaux du sang; il en est de même des cellules qui revêtent la surface des membranes séreuses et de la peau, et probablement de beaucoup d'autres.

2. *Les cellules sécrètent des substances qu'elles ont élaborées dans leur intérieur.* — C'est ainsi que les cellules du foie sécrètent les principes constituants de la bile; les cellules des glandes gastriques, la pepsine; celles du pancréas, un principe albumineux et la leucine; celles des membranes et des glandes muqueuses, le mucus. A cette catégorie appartiennent encore tous les produits de sécrétion des cellules qui se déposent à leur surface externe sous la forme solide.

Le mécanisme de ces sécrétions, dont beaucoup certainement nous sont encore inconnues, peut s'expliquer dans quelques cas par le double courant de diffusion qui a lieu entre le liquide cellulaire et le liquide ambiant, et par suite duquel, comme nous l'avons vu plus haut, des matériaux, non-seulement pénètrent dans la cellule, mais aussi s'en échappent. Mais d'autres fois cette explication n'est point applicable, et c'est la tension du sang, l'évaporation et les courants endosmotiques, phénomènes dans lesquels les cellules ne jouent plus qu'un rôle secondaire, qui interviennent particulièrement.

Souvent les matières sécrétées ne présentent plus aucun rapport avec les cellules d'où elles procèdent; elles ont alors une destination spéciale, ou

bien elles sont expulsées définitivement, comme dans les glandes. D'autres fois, ces matières prennent la forme solide, et restent déposées en dehors des cellules (substances *extra-cellulaires* et formations cuticulaires), pour constituer tantôt de grands revêtements membraneux autour de groupes entiers de cellules, comme les *membranes propres* des glandes (par exemple, les canalicules des reins), la gaîne propre de la corde dorsale, les membranes dites vitreuses (capsule du cristallin, membrane de Demours), la cuticule des animaux inférieurs; tantôt des *masses adhérentes à une des faces des cellules isolées*, comme dans l'émail des dents, sur l'épithélium cylindrique de l'intestin.

C'est ici le lieu de parler des *substances interstitielles*, dont il a déjà été question dans le paragraphe 4. Ces substances, qui jouent un rôle considérable dans la plupart des organismes animaux, doivent être considérées, au moins en partie, comme des produits de sécrétion des cellules. On peut les diviser en deux classes, qui, à la vérité, ne sont nettement délimitées ni au point de vue anatomique, ni au point de vue du développement, mais qui diffèrent beaucoup l'une de l'autre par leurs formes définitives. Ce sont :

1. Les substances interstitielles *liquides* ou les *liquides interstitiels*, comprenant le *plasma du sang et du chyle*, les *sucs glandulaires et parenchymateux*. La production de tous ces liquides doit être attribuée, au moins en partie, à des éléments celluleux d'une espèce quelconque; du reste, comme ils sont complétement amorphes, ils ne peuvent être l'objet d'une étude anatomique et ne nous occuperont pas davantage.

2. Les substances interstitielles *solides* ou substances *intercellulaires*. A cette classe appartiennent les matières interstitielles de la substance conjonctive simple et de toutes les espèces de tissu conjonctif, celles des cartilages, des os et des dents, qui présentent, en général, une conformation particulière et méritent, par conséquent, une étude plus détaillée.

D'après leur structure, ces substances intercellulaires se présentent sous deux formes. Les unes sont homogènes et sans particules figurées, telles que celles de la substance conjonctive (corps vitré), de beaucoup de cartilages (certains cartilages hyalins) et de l'ivoire. Les autres contiennent des éléments particuliers, comme les fibrilles collagènes de la substance conjonctive, de certains cartilages et des os, les fibres élastiques du tissu conjonctif, du tissu élastique et des cartilages réticulés, les fibrilles formées de ligneux qu'on trouve dans le manteau de certains tuniciers (*Cynthia*). Ajoutons qu'il existe également dans ces substances interstitielles des corpuscules de diverses espèces, surtout des gouttelettes de graisse et des granulations calcaires, et que la quantité de ces corpuscules peut être très-considérable. On voit donc que ces substances entrent pour une part considérable dans la constitution de l'organisme animal.

Relativement au *développement* des substances intercellulaires, il est à remarquer que dans beaucoup de cartilages, les capsules des anciennes cellules mères se dissolvent, pour produire une substance intermédiaire

homogène, et cette circonstance pourrait faire présumer que, dans d'autres points, a lieu également une telle participation directe des cellules à la formation de cette substance. Mais l'observation ne vient pas à l'appui de cette manière de voir; au contraire, elle montre que partout ailleurs les cellules n'ont avec la substance intercellulaire que des rapports éloignés, qu'il est impossible de préciser. Comme toutes les formations en question, ainsi que leur nom l'indique, renferment des cellules, et comme il est suffisamment démontré que ces éléments prennent part à la production de certains principes solides situés en dehors d'elles, puisqu'on rencontre souvent des produits de sécrétion cellulaire d'une conformation déterminée, il ne manquerait pas de raisons pour admettre que les substances intercellulaires se forment essentiellement sous l'influence des cellules. Cette proposition, cependant, ne doit pas être comprise en ce sens que les cellules donneraient naissance uniquement par elles-mêmes aux parties situées dans leurs intervalles; car il est évident que dans beaucoup de cas, ces substances viennent principalement du dehors (du sang, par exemple); elle exprime simplement ce fait que les cellules, d'une part, possèdent une influence notable sur la composition chimique des substances intercellulaires, dont les principes, il est certain, ne se rencontrent pas dans le sang (mucus, substance collagène, élastique, fibre ligneuse), mais que, d'autre part, elles *déterminent également la forme sous laquelle se montre la substance intercellulaire*. Cette dernière circonstance, qui n'a pas encore été appréciée convenablement jusqu'ici, me paraît mériter d'être prise en considération. Un tendon, un cartilage, ne sont formés, dans l'origine, que de cellules, et c'est la disposition et le mode de croissance de ces cellules qui déterminent la forme propre que présenteront plus tard ces organes. Jamais ceux-ci ne croîtront par leur substance interstitielle; ce sont toujours leurs éléments figurés qui leur tracent la voie qu'ils suivront, et qui manifestent ainsi nettement toute l'importance de leur influence déterminante.

On n'a pas encore démontré avec toute la précision nécessaire l'existence, chez les animaux, d'*espaces intercellulaires*, qui seraient formés par les sécrétions des cellules; néanmoins, on pourrait interpréter de cette façon la plupart des espaces glandulaires, les cavités du cœur, des gros vaisseaux et des sacs séreux, de même que les cavités digestives de beaucoup d'animaux inférieurs, en ce sens que ces cavités semblent résulter de la sécrétion d'un liquide dans l'intérieur d'amas de cellules primitivement compactes.

Les sécrétions cellulaires qui se montrent sous des formes déterminées, c'est-à-dire les substances extra-cellulaires et intra-cellulaires dans le sens le plus large, étaient complétement inconnues aux anciens micrographes; avec Schwann, on désignait sous le nom de *cytoblastème* tout ce qui se trouve entre les parties élémentaires. Ce n'est qu'en 1845 que Reichert et moi nous portâmes nos recherches sur ces productions; plus tard, ce fut moi surtout qui développai la théorie des produits de sécrétion figurés des cellules. (Voy. à cet égard, et pour tout ce qui est relatif à

l'état actuel de cette question, mon mémoire détaillé, publié dans les *Würzb. Verh.*, t. VIII, p. 37.

Relativement au développement des substances intercellulaires solides, deux opinions se partagent aujourd'hui les anatomistes. Les uns, avec M. Schultze (*Müll. Arch.*, 1861, p. 12), pensent que la portion la plus considérable des substances intercellulaires provient indubitablement de *substance cellulaire transformée*, c'est-à-dire de *protoplasme*, et non point d'une sécrétion ou d'un dépôt opéré à la surface externe des cellules. Les autres, au contraire, pensent, et c'est l'opinion qui a présidé à la rédaction de ce paragraphe, qu'une portion de cette substance est un produit de sécrétion des cellules, tandis que le reste résulte de la dissolution des parois des cellules. Dans la première théorie, non-seulement la substance fondamentale des cartilages, des os et des dents, mais encore celle du tissu conjonctif ordinaire dérive de la substance cellulaire, et Waldeyer a même étendu cette doctrine à l'émail des dents, que j'avais signalé comme une formation cuticulaire; il pouvait paraître dès lors qu'il ne se fait jamais de dépôts à la surface ou dans les intervalles des cellules. Évidemment M. Schultze ne voulait aller si loin, et en cela il avait raison; cependant je ne saurais admettre son opinion relativement aux premiers tissus cités plus haut, bien que je convienne volontiers que sa manière de voir repose sur une idée vraie.

Il me semble que la formation des substances interstitielles et des dépôts qui se font à la surface externe des membranes de cellule doit être rapportée à un phénomène fondamental de la vie des cellules, à savoir au pouvoir qu'a le plasma cellulaire (cytoplasme) de sécréter des substances qui, une fois sorties de la cellule, durcissent à un certain degré. Il n'y a aucun motif, il me semble, d'admettre avec M. Schultze que ces substances sont de la substance cellulaire transformée *in loco;* bien que la possibilité d'un tel phénomène ne puisse naturellement être mise en doute et soit d'ailleurs démontrée par les phénomènes qui ont lieu dans l'intérieur de certaines cellules (formation de membranes composées de chitine dans les glandes unicellulaires des insectes). Dans tous les cas, des faits indubitables prouvent que les cellules peuvent sécréter des substances susceptibles de durcir; il me suffira de rappeler les produits de sécrétion qui se solidifient (fils des araignées et des chenilles), les excroissances et les dépôts membraneux (cuticule) qui se développent à la *surface extérieure* des membranes de cellules végétales, les productions analogues qui ont lieu sur des cellules animales (villosités et filaments qui garnissent la membrane de l'œuf de poisson), les nombreuses substances interstitielles, qui certainement ne naissent pas directement de cellules, et qu'on rencontre chez des animaux supérieurs et inférieurs (filaments cornés des spongiaires, gelée des méduses, formations solides des polypes, filaments cornés des poissons, substance ostéoïde sans cellules des poissons, régions des cartilages privées de cellules, substance gélatineuse de l'organe de l'émail, etc.), et les nombreuses formations cuticulaires continues qu'on rencontre chez les animaux. Or, admettons que partout où des cellules sont enveloppées de productions solides, ces dernières sont un résultat de l'action sécrétoire du cytoplasme, et nous arriverons à un principe simple, et tous les phénomènes qui se manifestent, pourront être ramenés à un point de vue unique.

Si nous passons en revue les divers cas qui se présentent chez les animaux, nous trouvons ce qui suit :

1° Les produits de sécrétion peuvent provenir des protoblastes, aussi bien que des cellules véritables.

2° Les produits de sécrétion des protoblastes tout entiers qui se présentent sous la forme de productions indépendantes, sont des membranes de cellule.

3° Les produits de sécrétion partiels des protoblastes ou cellules apparaissent tantôt comme appendices extérieurs des divers éléments (dents cornées des larves de batraciens, mandibules de certains céphalophores, fibres de l'émail), tantôt comme formations membraneuses continues (cuticules et membranes propres).

4° Les produits de sécrétion des protoblastes ou cellules en totalité qui ne con-

tractent point de rapports intimes avec les divers éléments, sont des substances intercellulaires.

5° Des produits de sécrétion indépendants dans l'origine peuvent s'unir entre eux pour former une substance interstitielle, ou se combiner avec une véritable substance interstitielle pour constituer une substance fondamentale (cartilage, os, par exemple).

6° Tous les produits de sécrétion des protoblastes sont des dépôts extérieurs, qui s'épaississent par leur face tournée vers le protoblaste. Les produits sécrétés par de véritables cellules se déposent à la surface externe de lamembrane de cellule, et ce n'est que dans le cas où cette membrane s'épaissit qu'ils dérivent directement du cytoplasme.

§ 16. **Fonctions animales des cellules.** — Aux phénomènes de la vie des cellules appartiennent encore certains *mouvements* qui se manifestent dans le cytoplasme et déterminent fréquemment d'importantes modifications dans la forme des cellules tout entières. Tandis que, il n'y a pas longtemps, de tels mouvements étaient considérés comme des phénomènes très-curieux, mais isolés (qu'on se rappelle les observations de Siebold et les miennes sur les cellules contractiles des embryons de planaires, celles de Vogt et de moi sur les mouvements que présentent les cœurs des embryons d'*Alytes* et de *Sepia*, à une époque où ces cœurs sont composés exclusivement de cellules), les observations de faits de cette nature se sont tellement multipliées dans ces derniers temps, que déjà dans la troisième édition de cet ouvrage, je fus amené à me demander si le contenu de toutes les cellules animales ne présentait pas, d'une manière ou de l'autre, des phénomènes de motilité, question qu'on est aujourd'hui bien près de résoudre par l'affirmative. Voyons d'abord, cependant, dans quels éléments ces phénomènes ont été observés.

Si nous faisons abstraction des animaux les plus simples, au sujet desquels je renvoie à mes *Icones histiologicæ*, 1er cahier, nous trouvons que, dans les organismes complexes, des phénomènes de motilité s'observent :

1° *Dans le contenu des œufs non fécondés ou fécondés* (cellules de l'embryon des planaires, sphères de segmentation des grenouilles, Ecker; vitellus des œufs de *Gasterosteus*, Ransom [*Proc. of the R. Soc. of London*, 1854, t. VII, p. 171]; œuf ovarien non à maturité de l'*Helix pomatia*, H. Müller [*Würzb. Verh.*, X, p. 23]; du *Daphnia longispina* [Leydig, *Daphniden*, p. 145], et du chat [Pflüger, *Eierstöcke*, p. 51, pl. III, fig. 2-10].

2° *Dans les globules blancs du sang* (chez les vertébrés et les invertébrés, Wharton Jones et beaucoup d'autres).

3° *Dans certaines cellules épithéliales et glandulaires* (cellules vibratiles de toutes sortes; corpuscules muqueux, Huxley; corpuscules de pus, Lieberkühn; cellules hépatiques du lapin, Leuckart; contenu des glandes unicellulaires du *Distoma lanceolatum*, Walter [*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII, p. 199]; cellules pigmentaires ramifiées de l'épiderme de la grenouille, H. Müller; cellules des canalicules spermatiques, de la Valette; corpuscules de la salive, Oehl; cellules du parenchyme splénique, Cohnheim).

4° *Dans des cellules qui correspondent aux corpuscules du tissu conjonctif*

Relativement à la constitution intime du contenu contractile des cellules, il est certain que partout ce contenu est formé d'une substance azotée, de la classe des matières protéiques. Ce contenu néanmoins n'est pas toujours identique; les principales variétés qu'il présente sont : 1° le cytoplasme albumineux des jeunes et des vieilles cellules; 2° la fibrine musculaire; 3° la substance des filaments spermatiques. La structure de la substance contractile présente également des différences qui probablement sont en rapport avec ses fonctions physiologiques, les réactions que déterminent en elle le système nerveux et les autres excitants; mais ces questions sont plutôt du domaine de la physiologie.

Comme j'ai le premier exprimé moi-même cette opinion que très-probablement les phénomènes de contractilité sont très-fréquents dans les éléments des animaux, il me sera peut-être permis, en face des communications si nombreuses sur les mouvements des cellules, d'exhorter à un peu de circonspection; sous ce rapport, mon avis est partagé par A. Böttcher, qui certainement a eu raison d'attirer l'attention sur les inconvénients de la *chambre humide*. Sous des influences extérieures très-diverses, certaines cellules présentent des changements de forme et des mouvements dans leur contenu; or, parmi ces mouvements, on ne peut considérer comme réels et appartenant à la vie que ceux : 1° *qui se produisent dans le milieu naturel des cellules*, et 2° *qui présentent des alternatives répétées de contraction et de repos, ou qui ont lieu d'une manière tout à fait continue*. Si l'on applique ces critériums aux communications en question, on trouve que quelques-unes d'entre elles ne peuvent se soutenir, ainsi, par exemple, celle de Klebs, qui considère la formation de dentelures sur les globules rouges du sang comme un phénomène de contractilité. Il est à remarquer, du reste, que parmi les mouvements que l'on considère comme dépendant de la vie, un petit nombre seulement ont été vus sur des *cellules placées dans leur milieu naturel*, et que, par conséquent, dans ce cas encore il y a lieu de se demander si ces mouvements ont lieu également dans l'animal vivant. Ainsi personne jusqu'à ce jour ne paraît avoir observé de mouvements dans les cellules sanguines d'un invertébré ou sur des globules blancs du sang d'un vertébré *dans l'intérieur des vaisseaux*. Si, se plaçant à ce point de vue, on passe en revue les observations publiées, on constate que, abstraction faite des cellules vibratiles, des fibres musculaires, des filaments spermatiques, et des mouvements des protozoaires, il n'y a que les observations sur les cellules de tissu conjonctif des méduses et des tunicaires, des larves de grenouilles, sur les cellules pigmentaires des batraciens et sur les œufs de certains animaux, qui se soutiennent parfaitement. Cette remarque, toutefois, ne doit pas diminuer la valeur des autres observations, fort bonnes d'ailleurs, puisque, d'une part, il est possible et quelquefois même très-probable (cornée de la grenouille, par exemple) que lesdits mouvements ont lieu également dans l'organisme vivant, et que d'autre part, même si ce dernier fait ne se produit point, ces mouvements nous fournissent dans tous les cas des renseignements importants sur les phénomènes vitaux du contenu cellulaire, comme font, par exemple, les belles observations de M. Schultze sur les mouvements des globules blancs du sang sous l'influence d'une température élevée. Du reste, outre le petit nombre de cas dans lesquels les cellules ont pu être examinées *in situ*, il existe un certain nombre d'autres observations qui permettent de conclure avec certitude à la contractilité des cellules pendant la vie. A cette catégorie appartiennent des observations importantes de v. Recklinghausen sur l'immigration de cellules de pus des espaces lymphatiques de la grenouille dans des lambeaux de cornée transplantés, et les observations sur la pénétration de globules de lait et de grains de cinabre dans les globules blancs du sang et les cellules du pus (Recklinghausen) et de globules rouges du sang dans les cellules lymphatiques (Preyer); ces derniers faits,

de même que les observations de E. Häckel, Preyer et M. Schultze, sur la pénétration de corps étrangers dans les cellules, semblent plaider également en faveur de la contractilité du protoplasme cellulaire. Pour ce qui est des caractères spéciaux des cellules contractiles, je suis obligé de renvoyer aux travaux cités ci-dessous; je me bornerai ici à appeler succinctement l'attention sur quelques circonstances importantes au point de vue morphologique.

1° En prouvant le premier que des cellules contractiles peuvent se laisser pénétrer par des corps étrangers venus du dehors, Häckel nous a permis de comprendre certaines formes singulières de cellules, surtout celles que j'ai appelées *cellules à corpuscules sanguins*, et dont on peut, avec Preyer, concevoir le mode de production en ce sens que très-vraisemblablement des cellules lymphatiques contractiles absorbent dans leur intérieur des cellules sanguines entières ou des fragments de ces cellules. C'est de cette façon que j'interpréterais aujourd'hui les cellules que j'ai rencontrées dans l'encéphale et qui contenaient de la *moelle nerveuse*. — Peut-être les mouvements des cellules contribuent-ils aussi dans d'autres cas à faire pénétrer certaines substances dans leur intérieur; mais il ne convient pas de mettre des présomptions en avant des faits d'observation.

2° Un autre phénomène qui est certainement d'une haute importance, ce sont les *changements de lieu* ou *migrations* des cellules contractiles, observées d'abord par moi sur les corpuscules de substance conjonctive d'une ascidie, et si remarquablement démontrées par v. Recklinghausen pour les mêmes corpuscules de la grenouille. Depuis longtemps j'ai fait remarquer que ces immigrations de cellules sont de nature à expliquer la présence de cellules pigmentaires ramifiées dans l'épiderme de certains animaux (*Würzb. naturh. Zeitschr.*, I, p. 13), et v. Recklinghausen a donné plus d'extension à cette idée, et discuté surtout la possibilité des migrations des cellules de pus. Tout récemment Stricker a cherché à tirer parti de ces changements de lieu pour l'histoire du développement; mais il me paraît être allé parfois un peu trop loin dans cette voie. Toutefois, en pesant avec soin les diverses possibilités qui se présentent, on arrive à cette conséquence que peut-être là encore nous rencontrerons bien des faits dont nous n'avions pas jusqu'alors le moindre soupçon. Qu'il me soit permis de rappeler spécialement les prodigieux changements de forme, aussi bien que de conformation interne, qui ont lieu dans le corps des spongilles, changements qui ne peuvent être produits que par des cellules.

3° Enfin nous ferons encore une fois remarquer ici que probablement les mouvements des cellules ont les connexions les plus étroites avec leur multiplication, et peut-être aussi avec les divers phénomènes de leur croissance.

Les *mouvements moléculaires* dits *browniens*, c'est-à-dire ce tremblement plus ou moins énergique, sans déplacement notable, que l'on perçoit sous le microscope dans diverses espèces de cellules, particulièrement dans les cellules pigmentaires de la choroïde, les corpuscules muqueux, les cellules sanguines des embryons de grenouille (Böttcher), tantôt après y avoir ajouté de l'eau, tantôt sans cette condition, ces mouvements peuvent à peine être comptés parmi les phénomènes qui s'observent pendant la vie. Car, d'une part, ils deviennent plus vifs quand on ajoute de l'eau et s'observent également sur les granulations qui sont sorties des cellules, et d'autre part, ils se voient bien mieux sur de petits corpuscules flottant librement dans un liquide, tels que les molécules pigmentaires des susdites cellules, les vésicules vitellines d'un grand nombre d'animaux, voire même les otolithes cristallins et les cristaux calcaires du système nerveux des amphibies. Pour tous ces mouvements moléculaires dans les cellules animales, voyez Brücke, in *Sitzungsb. d. Wiener Akad.*, t. XXXXV, et A. Böttcher, in *Virch. Arch.*, t. XXXV, p. 120.

§ 17. Conformation des parties élémentaires dans l'organisme parfait. — Diverses sortes de cellules. — Si l'on recherche ce que deviennent les cellules que l'on observe chez l'embryon, on trouve qu'elles ont, chez

l'homme et les animaux supérieurs, une destinée très-diverse, et que peu à peu des éléments extrêmement variés de forme et de composition chimique se développent aux dépens de ces premières formations, partout si simples et si identiques.

Si nous examinons d'un peu plus près les éléments des organismes arrivés à leur développement complet, nous trouvons qu'ils se divisent, d'après leur *forme*, en deux groupes, qu'on peut désigner sous les noms de *cellules simples* et *cellules métamorphosées*. Les cellules simples se présentent sous la même forme que les éléments embryonnaires, ou du moins ne s'en écartent pas notablement. Une portion d'entre elles, dont beaucoup conservent la nature des protoblastes de l'embryon, possèdent un contenu qui ne diffère point du protoplasme typique (globules blancs du sang, globules lymphatiques, cellules des glandes folliculaires, beaucoup de cellules glandulaires et épithéliales); d'autres, au contraire, ont un contenu particulier, et présentent, au lieu de protoplasme, un liquide cellulaire spécial, plus ou moins abondant : tels sont les cellules adipeuses, les globules sanguins, beaucoup de cellules glandulaires et certaines cellules épithéliales. — Parmi les *cellules transformées* ou *métamorphosées*, il faut ranger les *lamelles* des productions cornées, les diverses *fibres-cellules* (fibres musculaires, fibres du cristallin, fibres dentaires, beaucoup de corpuscules de tissu conjonctif), les *cellules étoilées* de toute espèce (corpuscules de tissu conjonctif, cellules osseuses, cellules nerveuses, cellules musculaires étoilées), et, si l'on veut passer dans le domaine de l'anatomie comparée, certaines formations telles que les glandes unicellulaires des animaux supérieurs et inférieurs, les écailles des insectes, etc. Ces éléments, d'ailleurs, contiennent également tantôt du cytoplasme ordinaire, et tantôt des principes spéciaux; quelquefois ils sont complétement dépourvus de contenu.

Les cellules transformées les plus spéciales sont celles qui sont *confondues entre elles*, et que j'avais cru précédemment devoir désigner sous le nom de *parties élémentaires d'un ordre supérieur*. Mais comme, plus récemment, il a été démontré que précisément les parties qui avaient surtout motivé la formation de cette classe, à savoir les capillaires sanguins et lymphatiques, sont formées de nombreuses cellules distinctes, il est à présumer que les autres parties élémentaires rangées dans la même catégorie, telles que les trachées les plus fines et les fibres nerveuses, ne consistent pas davantage en cellules fusionnées, et ont des parois dont la structure est la même que celle des capillaires. Néanmoins, il reste une série de cas dans lesquels des cellules étoilées sont réellement fusionnées par leurs prolongements (réseaux de cellules de l'organe de l'émail, réseaux de beaucoup de corpuscules de tissu conjonctif, de cellules pigmentaires, de fibres dentaires, de cellules osseuses et musculeuses [cœur et peau de quelques animaux inférieurs], cellules nerveuses anastomosées). Mais comme dans tous ces cas, à l'exception des réseaux de fibres sans noyaux du tissu cytogène (voy. plus bas), le corps des cellules fusionnées reste

parfaitement reconnaissable, je rangerai dorénavant ces formes simplement à côté des cellules métamorphosées.

En établissant les deux espèces de cellules que nous venons d'examiner, nous n'avons pas voulu affirmer que les cellules peuvent, eu égard à leur forme, se diviser en deux groupes nettement séparés; les propriétés chimiques des cellules et leurs fonctions ne le permettent pas davantage. Aussi est-il complétement impossible de ranger les cellules dans des classes parfaitement délimitées. Si l'on voulait tenter une classification de ces éléments, je proposerais de les grouper d'après les tissus et de distinguer :

1° Les *cellules du tissu celluleux* (cellules épithéliales et cornées, cellules glandulaires et cellules des sécrétions glandulaires); 2° les *cellules de la substance conjonctive* (cellules de la substance conjonctive simple, corpuscules de tissu conjonctif et cellules des liquides interstitiels de la substance conjonctive); 3° les *cellules du tissu musculaire;* et 4° les *cellules du tissu nerveux.*

Bibliographie des parties élémentaires. — Indépendamment de l'ouvrage de Schwann, cité plus haut, nous signalerons : Kölliker, *Entw. der Cephalopoden*, 1844, p. 111-160, et *Die Lehre von der thierischen Zelle*, dans *Zeitschrift für wissenschaft. Botanik*, 2e cah., 1845. — *Ueber secondäre Zellmembranen, Cuticurlabildungen und Porencanäle in Zellmembranen*, in *Würzb. Verh.*, VIII. — Remak, *Ueber extracellulare Entstehung thier. Zellen und die Vermehrung derselben durch Theilung und über Entsteh. des Bindegewebes u. d. Knorpel*, in *Müller's Archiv*, 1852, I. — *Unters. z. Entw. d. Wirbelthiere*, 3e livr., 1855, p. 161-179. — Huxley, *On the Cell theory*, in *Monthly Journal*, 1853, p. 455, et *the British and Foreign Med.-Chir. Review*, 1853, oct. — M. Schultze, *Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe*, in *Müll. Arch.*, 1861, 1er cah. — L. Beale, *On the Structure and Growth of the Tissues in the Human Body*, in *Quart. Journ. of Microsc. Sc.*, 1861, n° III, p. 103, n° IV, p. 235, et *Arch. de médecine*, VII, p. 179; VIII, p. 207; IX, p. 71. Aussi tirage à part, London, 1861, chez Churchill, et traduit en allemand par V.Carus, Leipzig, 1862, chez Engelmann. — Bennett, *On the Molecular Theory of Organisation*, in *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, avril 1861. — Brücke, *Die Elementarorganismen*, in *Sitzungsb. d. Wien. Akad.*, t. XLIX, p. 381. — V. Hensen, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XI, p. 253. — C. B. Reichert, in *Müll. Arch.*, 1863, p. 86-151. — Puis les monographies sur l'embryologie, de Reichert, Bischoff et Vogt. Voyez en outre les *Comptes rendus annuels* de Henle et Reichert, et les travaux récents d'histologie comparée, notamment ceux de H. Meckel, Leydig, Leuckart, M. Schultze, H. Müller, Gegenbaur, Häckel, Meissner, Claus, Keferstein, Ehlers, Eberth, L. et H. Landois, A. Weismann, V. Hensen, A. Pagenstecher, R. Buchholz, moi, et autres. — Comme l'étude de la cellule végétale a aussi son importance pour les zoologistes, j'appellerai également l'attention sur le premier mémoire de Schleiden, *Abhandlung über die Bildung der Pflanzenzelle*, in *Müller's Archiv*, 1837. — Du même, *Grundzüge der Botanik*, 1849-1850. — Nägeli, *Ueber die Pflanzenzelle*, in *Zeitschr. f. wiss. Bot.*, 2e cah., la monographie de Mohl sur ce sujet, dans le *Handwörterb. der Physiol.* de R. Wagner, article *Vegetab. Zelle;* ainsi que les travaux récents de Schacht (*Lehrb. d. Anat. und Phys. d. Gewächse*, I, Berl. 1855), Pringsheim (*Unters. über den Bau der Pflanzenzelle*, Berlin, 1855), Nägeli (*Pflanzenphys. Unters.*, Zürich, 1855, p. 1), et Schenk (*Würzb. Verh.*, t. VIII). — Pour les mouvements des cellules, voyez particulièrement M. Schultze, *Das Protoplasma der Rhizopoden und*

Pflanzenzellen, 1863, et *Arch. f. mikr. Anat.*, I, p. 1. — Von Recklinghausen, *Ueber Eiter- und Bindegewebskörperchen*, in *Virch. Arch.*, t. XXVIII, p. 157. — W. Kühne, *Unt. ü. d. Protoplasma und die Contractilität*, 1864. — W. Preyer, *Ueber amöboide Blutkörperchen*, in *Virch. Arch.*, t. XXX, p. 417, et A. Böttcher, in *Virch. Arch.*, t. XXXV, p. 120.

CHAPITRE II

DES TISSUS, DES ORGANES ET DES SYSTÈMES.

§ 18. **Définitions. — Division.** — Les éléments anatomiques simples ou d'un ordre supérieur ne sont pas répandus au hasard dans l'organisme; ils se trouvent groupés suivant des lois déterminées, pour constituer les *tissus* et les *organes*. On désigne sous le nom de tissu, tout *groupement régulier d'éléments anatomiques se reproduisant constamment de la même manière dans les parties semblables*. On donne le nom d'organe à *une certaine somme d'éléments anatomiques ayant une forme et des fonctions déterminées*. Dès que plusieurs organes semblables ou dissemblables se groupent pour former une unité plus élevée, cet ensemble prend le nom de *système*.

Une bonne classification des tissus est chose difficile. Si l'on n'a égard qu'aux conditions que nous présente l'organisme complètement développé, on peut, il est vrai, établir assez facilement une série progressivement ascendante, depuis les formations les plus simples jusqu'aux plus compliquées; mais il en résulte que certaines formations, qui ont entre elles des connexions les plus étroites, se trouvent violemment séparées [illegible] des autres [illegible] intermédiaires. On obtient de meilleurs résultats si, [illegible] la forme des parties arrivées à leur développement complet, on considère encore leur genèse et leurs caractères chimiques et physiologiques. A ce point de vue, on peut former la série suivante :

I.	Tissu cellulaire	Tissu épidermique.
		Tissu des glandes proprement dites.
II.	Tissus de la substance conjonctive.	Substance conjonctive simple.
		Tissu cartilagineux.
		Substance conjonctive fibreuse [illegible]
		[illegible]
		Tissu osseux et dentaire.
III.	Tissu musculaire	Tissu des muscles lisses.
		Tissu des muscles striés.
IV.	Tissu nerveux.	

Toute [illegible] classification des organes [illegible] partie [illegible] des tissus. Deux [illegible] dont [illegible] assez simples. Dans les organes d'un ordre élevé, [illegible]

même des organes simples ou composés, sont représentés, de telle façon cependant que généralement l'un ou l'autre des tissus a la prépondérance, circonstance qui peut être prise en considération dans la classification.

En conséquence, je diviserai les organes en *simples* et en *composés*.

A. Organes simples.

I. Organes du tissu celluleux :
- Epidermes, poils, ongles, cristallin.
- Glandes simples, sans enveloppe conjonctive.

II. Organes de la substance conjonctive :
- Corps vitré.
- Corde dorsale, cartilages non vasculaires, cartilages élastiques.
- Tendons, ligaments, aponévroses, etc.

B. Organes composés.

III. Organes avec prédominance du tissu celluleux :
- Grosses glandes véritables.

IV. Organes avec prédominance de la substance conjonctive :
- Membranes de tissu conjonctif vasculaires (peau, membranes muqueuses, membranes séreuses, tuniques vasculaires proprement dites).
- Os et dents.
- Vaisseaux.
- Glandes vasculaires sanguines.

V. Organes avec prédominance du tissu musculaire :
- Muscles lisses et muscles striés.

VI. Organes avec prédominance du tissu nerveux :
- Ganglions, nerfs, encéphale, moelle.

VII. Organes dans lesquels tous les tissus sont représentés :
- Organes divers du tube digestif, de l'appareil génital et des grosses glandes.
- Organes des sens supérieurs.

Enfin, les organes se groupent en *systèmes* particuliers, parmi lesquels on peut distinguer les suivants :

1. Le *système cutané*, constitué par le derme, l'épiderme, les productions cornées, les glandes de la peau, grandes (mamelles) et petites.
2. Le *système osseux*, comprenant les os, les cartilages, les ligaments et les capsules articulaires.
3. Le *système musculaire*, avec les muscles du tronc et des membres, les tendons, les aponévroses, les gaînes tendineuses, les bourses muqueuses.
4. Le *système nerveux*, comprenant les grands et les petits centres nerveux, les nerfs et les organes des sens.
5. Le *système intestinal*, renfermant le tube digestif, les glandes salivaires, le corps thyroïde, le foie, le pancréas et les organes de la respiration.

6. Le *système vasculaire*, comprenant le cœur, les vaisseaux sanguins, les vaisseaux et les ganglions lymphatiques.
7. Le *système génito-urinaire*.

La seconde partie de cet ouvrage (histologie spéciale) étant consacrée à l'étude des organes et des systèmes, il est inutile d'entrer ici, à leur égard, dans des détails plus circonstanciés. Il ne nous reste donc plus qu'à décrire d'une manière plus précise les tissus eux-mêmes, ce qui nous donnera l'occasion de signaler encore quelques faits généraux relatifs à l'histoire des organes.

Les classifications des tissus qu'on trouve dans les auteurs modernes diffèrent beaucoup les unes des autres, ce qui se conçoit facilement, quand on songe que les histologues sont loin de s'accorder sur la signification du mot tissu. Henle range parmi les tissus le sang, la lymphe, le mucus, le pus, le lait, le sperme (on pourrait ajouter les produits de sécrétion des follicules sébacés, des glandes cérumineuses et des grosses glandes sudoripares); Frey, moins conséquent, y range seulement le sang, la lymphe et le chyle, tandis que Leydig et moi, nous excluons des tissus tous les liquides de l'économie. A mon avis, le mot tissu implique en premier lieu l'idée de *corps solide*, et en second lieu celle de *stabilité*, ou, pour mieux dire, celle d'une liaison telle, entre les particules morphologiques, qu'elles conservent invariablement leur position réciproque. Je ne saurais donc me résoudre à compter au nombre des tissus certains liquides renfermant des éléments figurés, dont l'arrangement n'est déterminé par aucune loi et varie d'un instant à l'autre. J'ai essayé de classer les tissus, tels que je les entends, en prenant en considération la forme, le mode de combinaison, le développement et les fonctions, et il me semble que cette manière de procéder est supérieure à celle qui consiste à ne fonder une classification que sur un seul caractère, la forme ou le mode de combinaison, par exemple.

SECTION PREMIÈRE

TISSU CELLULEUX.

§ 19. **Caractères généraux.** — Le *tissu épidermique* et le *tissu des glandes*, que je réunis sous le nom de *tissu celluleux*, ont cela de commun qu'ils procèdent tous deux de la couche continue de cellules qui revêt la surface externe et la surface interne du corps de l'embryon, et qu'ils consistent encore en un assemblage de cellules lorsque le développement du corps est achevé. Dans l'un de ces tissus, ces cellules forment des couches étendues en surface ou des masses compactes, tandis que dans l'autre elles circonscrivent le plus souvent des espaces creux. Dans l'un et dans l'autre, on constate, comme phénomène plus ou moins général, la présence de substances extra-cellulaires, qui doivent être considérées comme des exsudations de leurs cellules. Dans les glandes, ces substances forment des *membranes propres* autour des éléments glanduleux, ou (dans les invertébrés) limitent immédiatement les canaux glandulaires sous la forme de *tunique interne;* dans le tissu épidermique, elles constituent des membranes étendues entre les cellules et les parties vasculaires qui les suppor-

tent (*basement membranes*), et avec lesquelles elles se confondent souvent intimement, ou dont elles revêtent la surface libre sous forme de *cuticule*. Sous le rapport de la forme et de la composition chimique des cellules qu les composent, les deux tissus présentent de très-grandes analogies; et, pour ce qui est des caractères physiologiques, ils sont de nature à justifier la réunion du tissu épidermique et du tissu glandulaire, en ce sens tout au moins que la fonction capitale des glandes, la sécrétion, appartient aussi à beaucoup de formations épidermiques. Remarquons toutefois que les formations épidermiques concourent aussi à l'absorption, fonction qu'on ne peut attribuer qu'à un petit nombre de glandes, et qu'elles présentent de plus d'autres caractères tout à fait spéciaux; mais cela n'altère en rien les affinités qui réunissent les deux tissus.

Jusqu'ici on rangeait également dans le tissu celluleux, c'est-à-dire dans le tissu épidermique, les prétendus épithéliums des vaisseaux sanguins, des cavités séreuses et des cavités interstitielles plus petites (capsules articulaires, bourses muqueuses, chambre antérieure de l'œil) ; mais il me paraît rationnel de séparer ces formations de la classe des épithéliums, et de les ranger dans la catégorie des simples substances conjonctives celluleuses, ainsi que je l'ai proposé déjà dans mes *Icones histiologicæ*, II, p. 97, pour les éléments qui constituent les parois des petits vaisseaux et des trachées. D'ailleurs, bien avant moi déjà, Rindfleisch avait attiré l'attention sur les différences génétiques, anatomiques et physiologiques entre les épithéliums des membranes séreuses, d'une part, et l'épiderme et les épithéliums des membranes muqueuses, d'autre part (*Virch. Arch.*, t. XXIII, 1862, p. 523), et avait donné simplement aux premiers le nom de *cellules aplaties de tissu conjonctif*. Plus tard W. His, dans un excellent travail (*Die Haüte und Höhlen des Körpers*, Bâle, 1865), exposa en détail ces différences, et opposa, sous le nom de *faux épithéliums* ou *endothéliums*, tous ces revêtements celluleux des cavités de l'organisme aux vrais épithéliums. — Me ralliant à la vue fondamentale de ces deux investigateurs, je me bornerai ici à signaler succinctement les principales particularités de ces deux tissus :

1° Le tissu celluleux se développe exclusivement aux dépens des deux couches épithéliales du germe, les faux épithéliums, aux dépens du feuillet moyen du blastoderme, étant supposées exactes les nouvelles données de His sur le développement du corps de Wolff et des glandes génitales aux dépens du feuillet corné.

2° Les cellules qui forment les faux épithéliums sont analogues, dans l'origine, aux éléments du feuillet moyen du germe; plus tard, elles s'en différencient peu à peu, et se transforment en membranes celluleuses minces, dont les unes servent de revêtement à des cavités résultant d'une division (membranes séreuses, bourses muqueuses, etc.), et dont les autres limitent des espaces remplis de sang, et d'autres enfin constituent des enveloppes autour de certains organes existant dans le feuillet blastodermique moyen (gaînes des corpuscules ganglionnaires et des nerfs périphériques).

3° Ce qui précède explique, d'une part, la conformation variable de la surface des cavités de tissu conjonctif, qui tantôt sont tapissées de membranes celluleuses parfaitement continues (membranes séreuses, chambre antérieure de l'œil, espace entre l'arachnoïde et la dure-mère), tantôt ne présentent un tel revêtement que par places (capsules articulaires, bourses muqueuses, gaînes tendineuses), et tantôt enfin, manquent totalement de revêtement (espace sous-arachnoïdien, bourses muqueuses sous-cutanées, cavités externes du labyrinthe de l'oreille); d'autre part, cette circonstance que les cellules, là où elles se rencontrent, ne forment pas toujours un revêtement dans le genre des épithéliums, mais se présentent plutôt, tantôt

en amas compactes, comme je l'ai fait remarquer depuis longtemps pour les franges synoviales (*Mikr. Anat.*, I), et tantôt se continuent insensiblement avec le tissu conjonctif profond (His). Quant aux vaisseaux, dont les parois rudimentaires se confondent, dans l'origine, avec les rudiments du sang, il est facile de concevoir que les cellules de ces parois et celles du contenu (globules sanguins) ont entre elles certaines connexions, de telle sorte que les cellules pariétales puissent devenir libres et se transformer en cellules sanguines, comme on l'a vu chez quelques invertébrés (clepsine), et comme cela a lieu vraisemblablement dans les lymphatiques des animaux supérieurs.

4° Entre les faux épithéliums et les épithéliums vrais, il y a certaines différences anatomiques, physiologiques et pathologiques que His a très-bien analysées; ces différences tiennent essentiellement à ce fait que les cellules des faux épithéliums, en général, contiennent peu de cytoplasme ou n'en contiennent point, et par conséquent ne jouent dans l'échange de matière qu'un rôle très-secondaire.

Quant à la place qu'il faut assigner aux faux épithéliums, il me semble rationnel de les ranger dans la substance conjonctive cellulaire simple; il ne faut pas oublier cependant que *dans tous les tissus il se rencontre des intermédiaires qui rendent impossible une division tranchée* (voy. à cet égard nos *Icones histiol.*, II), et pour ce qui est du nom, je ne puis admettre celui d'*endothélium*, qu'a proposé His, attendu que *épithélium* provient de θηλὴ, mamelon. J'appellerai donc les membranes en question *membranes celluleuses*, ou, avec His, *faux épithéliums*.

§ 20. **Tissu épidermique.** — Le caractère *morphologique fondamental du tissu épidermique*, abstraction faite des produits de sécrétion figurés qu'il fournit, c'est d'être constitué exclusivement par des cellules isolées, dont la plupart sont pourvues d'un noyau, et qui sont intimement unies entre elles, sans substance intermédiaire visible. Parmi ces cellules, les unes possèdent encore complétement la nature vésiculaire et renferment un contenu très-variable (albumine, mucus, pigment, graisse, etc.); les autres sont changées en petites écailles ou fibres qui ne peuvent être transformées en vésicules qu'à l'aide de réactifs. Quelques épidermes mous sont formés de cellules dont la surface est garnie de cils constamment en mouvement, appelés *cils vibratiles*, et qui vraisemblablement doivent être considérés comme des prolongements du contenu cellulaire.

Sous le rapport *chimique*, ce tissu est encore peu connu. On sait seulement que les cellules dont il se compose, renferment principalement une substance albuminoïde, souvent aussi du mucus, et que si, dans le principe, elles possèdent toutes des membranes protéiques facilement solubles, elles se transforment plus tard, en partie du moins, en une substance dite cornée, plus ou moins réfractaire à l'action des alcalis et des acides. Abstraction faite du cristallin et des produits de sécrétion de ce tissu, tels que les cuticules, les couches de chitine, l'émail des dents, etc., qui remplissent des fonctions tout à fait spéciales, le rôle *physiologique* du tissu épidermique, consiste principalement à servir d'enveloppe protectrice aux parties de l'organisme riches en vaisseaux et en nerfs, et à concourir, par l'activité de ses éléments, aux fonctions de sécrétion et d'absorption. Toutes les formations épidermiques sont dépourvues de vaisseaux et se nourrissent aux dépens d'un plasma fourni par les vaisseaux plus profon-

dément situés. La plupart de ces tissus se régénèrent avec une extrême facilité, lorsque complétement développés, ils ont été détruits partiellement; leur accroissement, dans ce cas, tient surtout à la multiplication de leurs éléments profonds par voie de scission. Même lorsque ces tissus sont détruits dans toute leur épaisseur, ils se régénèrent facilement.

Le tissu épidermique se présente sous les formes suivantes :

A. *Tissu épidermique proprement dit*, comprenant :

1° Le *tissu corné*. Ce tissu consiste toujours en amas compactes de cellules, molles au voisinage de la couche vasculaire qui le supporte, plus ou moins denses et dures (cornées) à une certaine distance de cette couche. Souvent aussi les cellules ont perdu leur nature vésiculaire originelle, ainsi que leur noyau, et sont devenues de petites lamelles cornées. Au tissu corné appartiennent :



FIG. 11.

a. L'*épiderme cutané*, qui couvre la surface extérieure du corps, et se continue avec le revêtement épithélial au niveau des grandes ouvertures des cavités internes. L'épiderme se compose de deux couches assez nettement limitées, dont la plus profonde, *couche muqueuse*, est formée de cellules molles, polygonales, colorées dans certaines circonstances; cette couche se moule sur toutes les inégalités du derme, destiné à lui fournir les matériaux de sa nutrition, et se continue, en approchant de la surface, avec les lamelles polygonales dont l'ensemble forme la *couche cornée*.

b. Les *ongles*. On peut les considérer comme résultant d'une modification de l'épiderme, dont la couche cornée a acquis une solidité plus grande encore; et repose, ainsi que la couche muqueuse, sur une surface déprimée particulière du derme, le lit de l'ongle, et s'enfonce en partie dans un sillon spécial, ou rainure unguéale.

c. Les *poils*, productions épidermiques filiformes, contenues dans une cavité particulière du derme (follicule pileux) que tapisse un prolongement de l'épiderme, et reposant sur une papille très-vasculaire. Les éléments qu'on rencontre dans le voisinage de cette papille sont mous et vésiculeux; ceux qui en sont distants ont subi des transformations qui les ont convertis soit en lamelles, soit en fibres aplaties, soit en cellules polygonales.

2° Les *épithéliums*, formés de cellules à noyau délicates, qui ne deviennent jamais résistantes et cornées; arrondies, polygonales, fusiformes, cylindriques ou coniques, ces cellules sont ou non garnies de cils vibratiles, et disposées en couche simple ou multiple. On peut donc distinguer les formes suivantes :

FIG. 11. — Lamelles cornées de l'épiderme de l'homme (grossissement de 350 diamètres). — 1, lamelles vues de face, sans réactifs; l'une d'elles présente un noyau; 2, lamelles vues de profil.

a. Épithélium à une seule couche :

1° Épithélium constitué par des *cellules polygonales* (*épithélium pavimenteux simple*, fig. 12). On le trouve à la surface des plexus choroïdes de l'adulte, à la face interne de la choroïde et de l'iris (couche pigmentaire), à la face interne de la moitié antérieure de la capsule cristalline, à la surface interne des *tubes membraneux* et du *saccule* de l'oreille interne, sur celle de beaucoup de canaux glandulaires (glandes sudoripares, glandes cérumineuses, *conduits interlobulaires* du foie, réseau de Haller, canal déférent, vésicules séminales, pulmonaires, corps thyroïde).

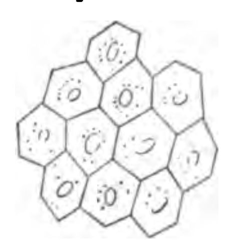


FIG. 12.

2° Épithélium à *cellules cylindriques* (*épithélium à cylindres*, fig. 13) : on le rencontre dans le tube digestif, depuis le cardia jusqu'à l'anus, dans les canaux excréteurs des glandes du suc gastrique, ainsi que dans ceux de toutes les autres glandes qui s'ouvrent dans l'intestin, et dans ceux des glandes mammaires et lacrymales; on le trouve aussi dans l'urèthre de l'homme, dans la prostate, dans les conduits excréteurs des glandes de Cowper et de Bartholin.

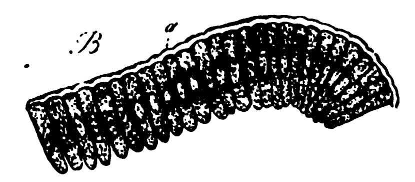


FIG. 13.

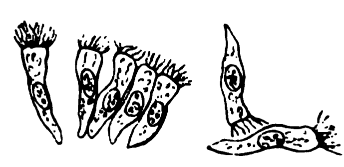


FIG. 14.

3° Épithélium à *cellules vibratiles*, *cylindriques* ou *coniques* (épithélium cylindrique vibratile simple, fig. 14) : tels sont l'épithélium des plus fines bronches, celui d'une portion des cavités accessoires des fosses nasales, de l'utérus à partir de la portion moyenne du col, des trompes jusqu'à la surface extérieure des franges, des canaux de l'organe de Rosenmüller et du canal central de la moelle.

4° Épithélium à cellules vibratiles arrondies (*épithélium vibratile pavimenteux simple*) : tels sont l'épithélium des cavités encéphaliques de l'embryon et de l'adulte, et l'épithélium d'une portion de la cavité du tympan.

b. Épithélium à plusieurs couches :

1° Épithélium constitué par des *cellules* cylindriques ou arrondies dans les couches profondes, et par des cellules polygonales ou plus ou moins

FIG. 12. — Épiderme d'un embryon humain de deux mois, encore mou comme un épithélium. — Grossissement de 350 diamètres.

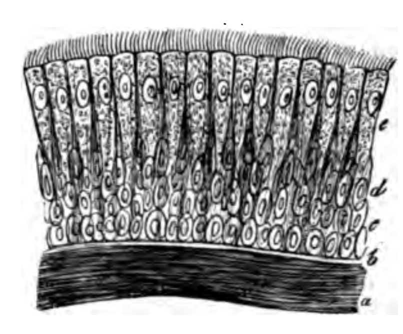
FIG. 13. — Épithélium des villosités intestinales du lapin. — Grossissement de 350 diamètres.

FIG. 14. — Cellules vibratiles des très-fines bronches. — Grossissement de 350 diamètres.

aplaties dans les couches superficielles (*épithélium pavimenteux stratifié*, fig. 15) : tel est l'épithélium de la cavité buccale, de la moitié inférieure du pharynx, de l'œsophage, des cordes vocales, des conduits lacrymaux, de la conjonctive oculaire, du vagin et de l'urèthre de la femme, de la vessie, des uretères, du bassinet.

2° Épithélium constitué par des cellules arrondies dans la profondeur, allongées dans la portion moyenne, coniques et vibratiles à la sur-





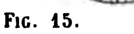

Fig. 15.

Fig. 16.

face (*épithélium vibratile stratifié*, fig. 16) : tel est l'épithélium du larynx, de la trachée et des grosses bronches, des cavités nasales de l'homme, du sac lacrymal et des voies lacrymales, de la moitié supérieure du pharynx et de la trompe d'Eustache.

3° Épithélium à cellules longues et étroites, sans cils vibratiles, et disposées en deux couches (*épithélium cylindrique stratifié*) : tel est l'épithélium de la région olfactive des animaux.

B. *Tissu du cristallin.* — Ainsi que l'apprend l'histoire du développement, le cristallin est une production épidermique. Ses fibres allongées, en partie canaliculées et en partie pleines et homogènes, se développent chacune par l'allongement d'une seule des cellules épithéliales de la capsule cristalline. Néanmoins il mérite une place à part, et à cause de sa composition chimique, et à cause de la forme particulière de ses éléments.

Pour ce qui est des produits de sécrétion figurés du tissu épidermique, voyez les paragraphes 13 et 15, où j'en traite avec détail. Chez l'homme, ils ne sont représentés que par : 1° les *membranes propres* amorphes des

Fig. 15. — Papille simple, avec plusieurs vaisseaux, recouverte d'épithélium ; elle provient de la gencive d'un enfant. — Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 16. — Épithélium vibratile de la trachée de l'homme (grossissement de 350 diamètres). — *a*, portion extérieure des fibres élastiques longitudinales ; *b*, couche homogène la plus extérieure de la muqueuse ; *c*, cellules d'épithélium les plus profondes, arrondies ; *d*, les moyennes, allongées ; *e*, les plus superficielles, pourvues de cils vibratiles.

éléments glandulaires (canalicules urinifères, ovisacs, canalicules sudoripares, etc.); 2° certaines membranes dites *basement membranes*, qui n'appartiennent point à la substance conjonctive (capsule cristalline, membrane de Demours, lamelle vitrée de la choroïde); 3° l'émail des dents; 4° la membrane de Corti, dans l'oreille, et les épaississements que présente la face libre des cellules cylindriques de l'intestin grêle, ainsi que les prolongements rigides des cellules ciliées du limaçon.

Je signalerai encore quelques faits plus rares d'anatomie comparée .

1° Des cellules épithéliales munies de *prolongements*, quelquefois même *ramifiés*, se rencontrent dans les épithéliums vibratiles stratifiés, particulièrement dans les fosses nasales (Ecker, Eckhard, M. Schultze), dans la membrane granuleuse de l'œuf de perche, qui devient la membrane externe de l'œuf (*Würzb. Verh.*, VIII, pl. III, fig. 30), dans les cellules épithéliales des cavités du système nerveux central (Hannover, Stilling), dans l'organe de l'émail à l'état embryonnaire (moi), où elles ont complétement l'aspect de corpuscules étoilés de tissu conjonctif et même s'anastomosent entre elles, enfin dans l'épiderme et dans les épithéliums stratifiés (cellules à épines et à crêtes, M. Schultze). Plus récemment, on a décrit de semblables prolongements sur la langue de la grenouille (Billroth) et sur l'épithélium de l'intestin grêle (Heidenhain); mais la chose n'est pas encore suffisamment démontrée.

2° Dans la peau d'un grand nombre de poissons (téléostiens, ganoïdes, non les plagiostomes), sur le protée et la larve de la salamandre terrestre, on rencontre, ainsi que Leydig l'a montré le premier, outre les éléments habituels, des *cellules plus volumineuses*, *remplies d'une substance visqueuse*, *granuleuse ou parfaitement transparente* (cellules muqueuses, Leydig), et qui peut-être évacuent leur produit de sécrétion par déhiscence. Ici se placent peut-être également les cellules granuleuses qu'on trouve dans l'épithélium intestinal de beaucoup d'animaux, et auxquelles je joindrai les cellules sécrétoires découvertes par Gegenbaur dans le poumon des batraciens. Une particularité plus remarquable encore nous est présentée par les *cellules en massue* que j'ai trouvées dans l'épiderme de l'*Ammocœtes* et que M. Schultze a rencontrées dans le *Petromyzon*; ces cellules, d'après ce dernier anatomiste, jouissent de la double réfraction (voy. Kölliker, in *Würzb. nat. Z.*, I, p. 1; M. Schultze, in *Müll. Arch.*, 1861, p. 228; H. Müller, in *Würzb. nat. Z.*, V, p. 43).

3° *Des glandes unicellulaires*, munies d'un orifice, et provenant de cellules épithéliales métamorphosées ont été trouvées par moi dans l'épiderme du *Protopterus* (*Lepidosiren*) *annectens* (*Würzb. nat. Z.*, I, p. 12) : cette observation a été confirmée récemment par Paulsen.

4° *Des taches pigmentaires étoilées* (cellules?) de l'épiderme ont été observées par Leydig dans les genres *Rana*, *Menopoma*, *Lacerta* (*Histol.*, p. 87), par H. Müller chez l'esturgeon, la grenouille et la rate (conjonctive). J'ai trouvé des ramifications pigmentaires très-remarquables dans l'épiderme du lepidosiren; mais elles y sont en connexion avec des cellules du derme, et, par conséquent, ne peuvent être envisagées que comme des formations qui ont immigré dans l'épiderme.

5° Chez la myxine, il se produit dans les cellules épithéliales des bourses muqueuses, et aussi, comme je l'ai trouvé, dans certaines cellules épidermiques, des *filaments* pelotonnés très-irréguliers, qui remplissent complétement ces cellules.

6° Les recherches de beaucoup d'auteurs modernes tendent à démontrer qu'en certaines régions, des *cellules épithéliales* ou des *portions d'épithélium se continuent avec des éléments situés plus profondément*. C'est ainsi que quelques-uns prétendent avoir vu les prolongements mentionnés sous la rubrique 1° se continuer avec des corpuscules de tissu conjonctif, assertion qui demanderait de nouvelles preuves;

il n'est nullement douteux, au contraire, que dans certaines régions (organe olfactif, labyrinthe, langue de la grenouille, conjonctive des mammifères (Hoyer, moi, etc.), les tubes nerveux se terminent par des éléments situés entre les cellules épithéliales; mais il n'est pas démontré si ces éléments appartiennent originairement à l'épithélium ou s'ils y ont poussé des tissus voisins.

7° Dans le limaçon des mammifères, les cellules épithéliales sont transformées en *fibres spéciales et rigides*, les fibres de Corti (moi).

8° Parmi les *produits de sécrétion figurés* de quelques cellules épithéliales ou de certains épithéliums, si communs chez les animaux, je ne mentionnerai que ceux qu'on rencontre chez les mammifères et qui ne se trouvent point chez l'homme. Ce sont : *a.* les épaississements poreux des cellules épidermiques les plus superficielles du *Petromyzon*, de la myxine et du *Protopterus* (Leuckart, moi); *b.* les petites dents cornées des larves de batraciens; c. l'enduit corné du gésier des oiseaux, qui consiste principalement en filaments formés par les glandes stomacales (Molin, Curschmann).

Sauf ces particularités, qui seront exposées avec plus de détails dans la partie spéciale de cet ouvrage, le *tissu épidermique* des animaux ne présente point de différences très-notables. Une des espèces de ce tissu, le *tissu corné*, est bien plus répandu chez les animaux et se montre aussi quelquefois sous des formes spéciales; il comprend : *a.* parmi les formations qui dépendent de la peau, les griffes, les ongles, les sabots, les cornes, les épines, écailles et carapaces, les durillons, soies, plumes, épines du pénis, les grelots du serpent à sonnette ; *b.* parmi les *excroissances des muqueuses*, les gaînes cornées des mâchoires des oiseaux, tortues, sirène et ornithorhynque, des larves de batraciens (les grosses dentelures), les fanons de la baleine, les épines linguales des oiseaux, des mammifères et de quelques amphibies, les épines de l'œsophage de la tortue. Dans toutes ces productions, on peut reconnaître, en se servant d'alcali caustique, des lamelles cornées d'une espèce ou de l'autre, comme dans les productions cornées de l'homme.

Bibliographie. — Purkyně et Valentin, *De phænomeno generali et fundamentali motus vibratori continui*, Breslau, 1835. (Découverte du mouvement vibratile chez les animaux supérieurs.) — Henle, *Symbolæ ad anatom. vill. int.* Berlin, 1837. — *Ueber die Ausbreitung der Epithelien im menschlichen Körper*, Berlin, 1838, et *Ueber Schleim-und Eiterbildung und ihr Verhältniss zur Oberhaut.* (Première bonne description des diverses espèces de cellules épidermiques.) — Valentin, art. « *Flimmerbewegung*, » dans le *Handw. d. Physiolog.* — Kölliker, in *Würzb. Verh.*, t. VI (pores des cellules cylindriques de l'intestin), et t. VIII (formations cuticulaires). — Billroth, *Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge sowie über den Bau der Cylinder-und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe*, in *Müll. Arch.*, 1858, p. 147.

§ 21. **Tissu glandulaire.** — Les parties constituantes essentielles des glandes sont leurs *éléments sécréteurs*, qui se présentent sous la forme de rangées de cellules, de vésicules glandulaires closes ou ouvertes et d'utricules glandulaires, et qui contiennent, comme élément le plus important, les *cellules glandulaires* ou *cellules du parenchyme des glandes. Ces cellules, quant à leur disposition et à leur forme*, ressemblent parfaitement à *certaines cellules épithéliales ;* aussi les désigne-t-on communément sous le nom d'*épithélium glandulaire*, désignation d'autant mieux justifiée que, par leur siége et leur mode de développement, elles appartiennent au tissu épidermique. Mais il est à remarquer que très-souvent elles se distinguent par un contenu spécial, et que toutes les formes des épithéliums ne

sont pas représentées dans les portions véritablement sécrétantes des glandes; on n'y rencontre, en effet, que les formes les plus simples, telles que l'*épithélium pavimenteux simple* (glandes muqueuses, glandes sudoripares, rein, glandes salivaires, etc.), l'*épithélium cylindrique simple* (petites glandes de l'intestin), et l'*épithélium vibratile simple* (rein des amphibies, glandes utérines des mammifères). L'union des cellules glandulaires en parties sécrétantes des glandes s'opère, soit par l'intermédiaire de membranes homogènes, produites par la sécrétion des cellules glandulaires elles-mêmes, et désignées sous le nom de *membranes propres*, soit à l'aide du tissu conjonctif. De là résultent des éléments sécréteurs très-variés, suivant les diverses glandes qu'ils constituent. Ces éléments eux-mêmes, entourés de vaisseaux et de nerfs, et reliés par du tissu conjonctif, auquel sont souvent mélangées des *fibres* élastiques, des cellules adipeuses et même des fibres musculaires, forment les grandes et petites divisions des glandes.

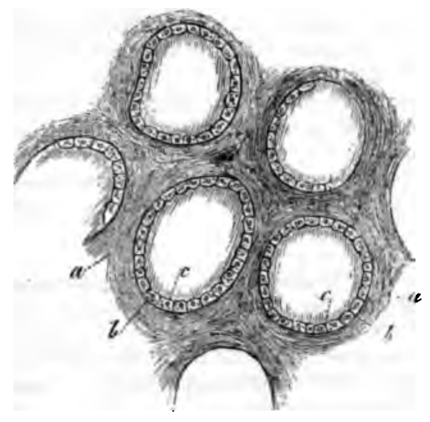


Fig. 17.

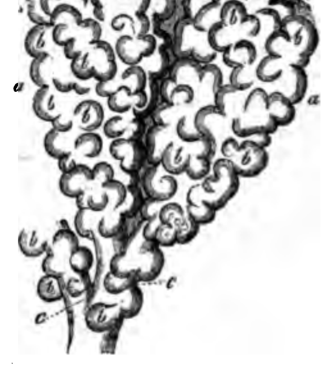


Fig. 18.

Les formes principales des *éléments glandulaires* de l'homme sont les suivantes :

1° *Vésicules closes avec membrane fibreuse, membrane propre et épithélium :* vésicules de Graaf des ovaires, follicules du corps thyroïde (fig. 17), glande pinéale de l'esturgeon (Leydig).

2° *Vésicules glandulaires ouvertes, arrondies ou allongées, avec une membrane propre ou une fibreuse et un épithélium :* glandes en grappe (fig. 18).

3° *Utricules glandulaires ouverts, avec une membrane propre ou une mem-*

Fig. 17. — Quelques vésicules glandulaires du corps thyroïde de l'enfant. — *a*, tissu cellulaire interposé ; *b*, membrane des vésicules glandulaires ; *c*, leur épithélium. — Grossissement de 250 diamètres.

Fig. 18. — Figure demi-schématique, représentant deux petits lobules du poumon *a a*; *b b*, cellules aériennes ; *c c*, ramifications les plus fines des bronches, sur lesquelles reposent également des cellules pulmonaires. Pris sur l'enfant nouveau-né. — Grossissement de 25 diamètres.

brane fibreuse et un épithélium : glandes en tube (fig. 19). Il y a lieu de distinguer ici deux formes secondaires :

a. Utricules glandulaires complétement remplis de cellules, avec enveloppe très-mince, ou même atrophiée par places (foie, glandes gastriques).

b. Utricules glandulaires avec *cavité distincte et enveloppe extérieure très-développée* (reins, testicules, glandes sudoripares, glandes en tube de l'intestin, glandes muqueuses de l'estomac (fig. 20).

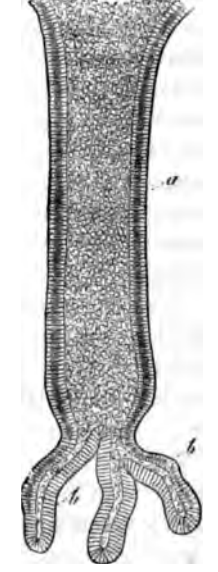


Fig. 19.

Si l'on fait abstraction des glandes de la classe 1, dont le contenu est évacué de temps à autre par rupture des vésicules ou par simple transsudation, et des glandes tubuleuses très-simples, qui s'ouvrent directement à la surface des membranes muqueuses, il faut encore ranger parmi les parties constituantes des glandes les *conduits excréteurs*, qui, après s'être ramifiés, se continuent avec les vésicules et les tubes glandulaires, ou bien, comme dans le foie, entrent en connexion avec le réseau des éléments sécréteurs. A leur origine, ces conduits ressemblent encore beaucoup, par leur structure, aux éléments sécréteurs; mais ils présentent toujours des cellules épithéliales dépourvues du contenu spécial des cellules glandulaires proprement dites et offrent aussi, la plupart du temps, une forme différente. Les conduits excréteurs d'un certain volume sont formés d'une membrane fibreuse et d'un épithélium, et présentent souvent, en outre, une couche musculaire. Dans les gros troncs de ces canaux, enfin, on rencontre très-souvent une tunique fibreuse, une túnique musculeuse et une tunique muqueuse parfaitement distinctes.

Sous le rapport chimique, les glandes sont peu connues. Les cellules glandulaires, qui en constituent la partie la plus importante, se rattachent également, à cet égard, aux productions épithéliales. Elles en diffèrent cependant en ce qu'elles contiennent souvent dans leur intérieur des substances tout à fait particulières, comme la graisse, les éléments constituants de la bile, de l'urine, du suc gastrique, le mucus, la leucine, la tyrosine, le sucre, etc., substances qui leur donnent un caractère spécial.

Les glandes extraient du sang certains principes, ou élaborent au moyen de ce liquide des substances spéciales ou des éléments figurés spéciaux; aussi la signification des éléments glandulaires n'est-elle pas toujours la même. Dans les glandes que nous avons signalées en premier lieu, les cellules glandulaires jouent un rôle assez secondaire : il consiste à peu près uniquement à empêcher le passage de certaines parties constituantes du

Fig. 19. — Glande stomacale du pylore du chien, avec épithélium à cylindres. — *a*, cavité glandulaire principale; *b*, prolongements tubuleux de celle-ci.

sang, et à laisser passer certaines autres (glandes lacrymales, petites glandes sudoripares, poumons). Dans les autres glandes, au contraire, les cellules prennent une part essentielle à la formation du suc glandulaire; elles élaborent dans leur intérieur des principes spéciaux, qui tantôt s'échappent au dehors (foie, corps thyroïde, glandules muqueuses, glandes gastriques, prostate, glandes de Cowper, glandes salivaires, pancréas), et tantôt deviennent libres parce que les cellules se dissolvent et disparaissent peu à peu (glande mammaire, glandes qui sécrètent de la graisse, testicule, grosses glandes sudoripares, glandes cérumineuses). Dans ce dernier cas, à la place des cellules qui disparaissent après maturité (cellules dites du suc glandulaire), se montrent constamment de nouveaux éléments, qui doivent leur origine à une division et une multiplication non interrompues des cellules glandulaires renfermées dans les extrémités terminales des glandes. Il en résulte que les vésicules et les utricules de ces glandes sont *constamment remplis de cellules*. Ces dernières, par conséquent, perdent les caractères d'un épithélium ou d'un revêtement des espaces glandulaires, et apparaissent, pour ainsi dire, comme véritable produit de sécrétion (testicule, mamelle pendant la lactation).

Toutes les glandes dont il vient d'être question naissent des formations épithéliales internes et externes du corps, auxquelles concourent les membranes vasculaires qui supportent ces épithéliums. Les unes se montrent, dans le principe, sous la forme de dépressions en cul-de-sac des membranes sus-nommées, et conservent leurs cavités intérieures dans tout le cours du développement (poumons, petites glandes de l'intestin); les autres sont creuses dans l'origine, mais se garnissent consécutivement d'excroissances complétement formées de cellules et qui complètent leur développement (foie, corps thyroïde); d'autres, enfin, solides d'abord, s'accroissent pendant quelque temps à cet état, et ce n'est qu'en second lieu qu'elles deviennent creuses (glandes de la peau, glandes en grappe). Les échanges de matière s'accomplissent dans les glandes avec une grande énergie; les glandes appartiennent aux organes les plus vasculaires de l'économie. Le tissu glandulaire, excepté dans les glandes utérines, ne se régénère point; mais il peut s'hypertrophier, et il peut se former accidentellement de petites glandes.

Les glandes véritables du corps humain peuvent être, d'après la forme de leurs éléments ultimes, groupées de la manière suivante :

1. *Glandes avec vésicules glandulaires closes*, qui crèvent de temps à autre ou qui restent constamment fermées : ovaire, corps thyroïde.

2. *Glandes en grappe*, dans lesquelles, à l'extrémité terminale des canaux excréteurs, sont appendus de petits groupes de vésicules glandulaires, arrondies ou allongées. — *a. Glandes simples*, formées d'un seul lobule ou d'un petit nombre de lobules : glandules muqueuses, glandes sébacées, glandes de Meibomius. — *b. Glandes composées*, formées d'un grand nombre de lobules : glandes lacrymales, glandes salivaires, pancréas,

prostate, glandes de Cowper, glandes de Bartholin, glandes mammaires, poumons.

3. *Glandes en tube*, dont les éléments sécréteurs ont la forme tubuleuse. — *a. Glandes simples*, formées d'un tube ou d'un petit nombre de tubes terminés en cæcum : glandes en tube de l'estomac et de l'intestin, glandes utérines, glandes sudoripares, glandes cérumineuses. — *b. Glandes composées*, formées de nombreux canaux glandulaires ramifiés ou même réunis sous forme de réseau : testicules, reins, foie.

Malgré la diversité de leurs formes, les glandes des animaux, à peu d'exceptions près, peuvent être rangées dans l'une des quatre divisions ci-dessus décrites. Nous ferons remarquer seulement : 1° les cellules glandulaires pourvues de canaux excréteurs particuliers et constituant à elles seules la glande, ou bien entourées d'une *membrane propre*, comme cela a lieu pour un certain nombre d'entre elles ; 2° l'existence d'une membrane interne homogène, formée de *chitine*, dans beaucoup de glandes des articulés ; 3° le volume considérable de certaines cellules glandulaires des insectes (elles ont jusqu'à $0^{mm},2$), les ramifications particulières de leurs noyaux (H. Meckel) et l'existence de trachées dans l'intérieur de quelques-unes d'entre elles (moi).

Bibliographie. — J. Müller, *De glandularum secernentium structura penitiori*, Lips., 1830. — H. Meckel, *Mikrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere*, in *Müller's Arch.*, 1846. — Leydig, *Vergleichend-anatomische Abhandlungen*, in *Zeitschrift für wiss. Zoologie* et *Müll. Arch.* — Du même, *Untersuch. über Fische und Reptilien*, Berlin, 1853.

SECTION II

TISSUS DE LA SUBSTANCE CONJONCTIVE.

§ 22. **Caractères généraux de la substance conjonctive.** — Les tissus qui appartiennent à ce groupe, c'est-à-dire la *substance conjonctive simple*, le *tissu cartilagineux*, le *tissu élastique* et le *tissu conjonctif*, comme aussi le *tissu des os et des dents*, présentent, à la vérité, de nombreuses différences, tant sous le rapport histologique que sous le rapport chimique; mais ils sont unis si intimement par leur mode de développement et par leurs fonctions, qu'il semble impossible de ne pas les réunir dans un même groupe. Sous ce dernier rapport, la substance conjonctive sert de *soutien* et d'*enveloppe* aux autres parties du corps, et l'on pourrait aussi la désigner par l'expression plus générale encore de *substance de soutien*. Cette substance forme, en effet, la charpente solide de tout le corps et le soutien des diverses parties molles (cartilages, os et ligaments du squelette intérieur, squelette extérieur, à l'exception des parties appartenant aux productions cornées, cartilages et os libres des parties internes) ; elle constitue, en second lieu, des enveloppes aux groupes d'organes, à chacun des organes, et à chacune des parties des organes (derme, membranes muqueuses, membranes fibreuses, gaînes des muscles, des nerfs et des glandes, vaisseaux) ; elle forme, en troisième lieu, une masse de remplis-

sage, ou masse d'union, entre les divers organes et parties d'organe (tissu adipeux, moelle des os, tissu conjonctif lâche, corps vitré, tendons).

Quant aux *connexions génésiques* qui existent entre les divers tissus de la substance conjonctive, il ne faudrait point les envisager comme si l'un de ces tissus était le plus élevé et dût parcourir, successivement dans son développement, les formes de tous les autres. Ces connexions consistent bien plutôt en ce que ces tissus, procédant d'une ébauche commune, se développent en plusieurs séries parallèles, dont les membres peuvent se transformer les uns dans les autres et aboutir à un même résultat final. Prenant pour point de départ le tissu celluleux de l'embryon, qui apparaît comme la base fondamentale de toute substance conjonctive, nous constatons d'abord deux membres d'une première série : 1° la *substance conjonctive celluleuse simple*, à cellules délicates arrondies ou aplaties, et ressemblant beaucoup, dans sa structure, aux tissus épithéliaux et aux tissus celluleux indifférents de l'embryon; et 2° le *cartilage celluleux*, dont les éléments sont très-serrés et ont des parois épaisses. Chacun de ces tissus se développe ensuite, suivant la région, dans une direction déterminée. Le cartilage celluleux, par l'apparition d'une substance fondamentale homogène, devient le *cartilage vrai* ou *hyalin*; si, dans cette substance fondamentale, il naît des fibres, il en résulte, soit du fibro-cartilage, lorsque ces fibres produisent de la gélatine, soit du *cartilage élastique*, lorsqu'elles sont formées de substance élastique. Quand enfin un cartilage s'imprègne d'une masse considérable de sels calcaires, il devient un *os de cartilage*.

Le mode de développement de la substance conjonctive celluleuse simple est plus compliqué; on peut y distinguer les séries suivantes :

1° Entre les cellules dont elle se compose, et dont la forme ne change point, apparaît une substance intercellulaire molle; nous avons alors la *substance conjonctive gélatineuse simple*, laquelle présente à son tour des formes secondaires, suivant que les cellules sont arrondies ou étoilées, ou anastomosées en réseaux, suivant que la substance fondamentale est homogène ou donne naissance à un petit nombre de fibres collagènes ou élastiques (corps vitré de l'embryon, tissu conjonctif lâche embryonnaire, gélatine de Wharton). Quand une portion des cellules prend l'aspect d'un réseau plus solide, ou même se transforme en un réseau de fibres sans noyaux, tandis qu'une autre portion conserve sa forme arrondie et s'accumule en grandes quantités, ce tissu donne naissance à la *substance conjonctive* si particulière que j'ai appelée *cytogène*, à la *substance adénoïde* de His, que l'on rencontre dans tous les follicules clos et dans certaines muqueuses. D'autre part, la substance conjonctive gélatineuse simple peut, en perdant ses cellules, devenir le tissu gélatineux simple du corps vitré de l'adulte, ou bien se charger de *dépôts mous* ou *calcaires* de diverses espèces (axes mous ou calcaires des polypes, corpuscules calcaires des animaux inférieurs), ou même devenir calcaire tout entière, comme dans le squelette des échinodermes (substance conjonctive simple calcaire).

2° Une autre série génésique conduit à l'*os véritable* et à l'*ivoire*. On doit regarder comme point de départ de ce tissu une substance conjonctive celluleuse dont les cellules se transforment en cellules osseuses et en fibres dentaires, en même temps qu'une substance interstitielle susceptible de s'imprégner de sels calcaires est sécrétée entre elles.

3° A l'extrémité de toute la série des substances conjonctives, se trouve le *tissu conjonctif fibrillaire*, qui se forme lorsque la substance fondamentale de la substance conjonctive simple se condense et se décompose en fibrilles collagènes, en même temps que les cellules arrondies se transforment en réseaux de cellules. Les principales variétés de ce tissu dépendent : 1° de la présence ou de l'absence de *cellules adipeuses*, qui elles-mêmes dérivent d'une portion des éléments celluleux primitifs de la substance conjonctive; 2° de la présence ou de l'absence d'une substance interstitielle gélatineuse; et 3° de la disposition des cellules et des faisceaux de fibres de la substance fondamentale. Du tissu conjonctif, enfin, naît : *a.* par ossification, l'*os fibreux*, qui, quand il renferme des cellules, diffère peu de l'os véritable, mais qui, dans le cas contraire, représente la *substance ostéoïde* du squelette des poissons, présentant déjà des différences plus grandes; et *b.* le *tissu élastique*, lorsque les fibres élastiques, qui, du reste, se rencontrent à peu près partout, deviennent très-prépondérantes par leur quantité et que les cellules s'atrophient.

Si l'on n'envisage que les termes extrêmes des diverses séries que nous offre la substance conjonctive, à savoir, le *cartilage hyalin* et le *cartilage élastique*, la *substance conjonctive cytogène* et le *tissu adipeux*, d'une part, le *tissu élastique*, le *tissu conjonctif*, le *véritable tissu osseux* et l'*ivoire*, d'autre part, on ne saurait nier que ces tissus diffèrent énormément entre eux. Mais il suffit de jeter un coup d'œil sur leur mode de développement, qui a été résumé dans ce qui précède et qui sera exposé en détail un peu plus loin, pour se convaincre que l'histologie est fondée à les rapprocher le plus possible. Un argument péremptoire en faveur de la corrélation intime qui unit tous ces tissus, c'est d'abord qu'*ils sont susceptibles de se transformer l'un dans l'autre*, et qu'*il n'existe point de limite précise entre leurs diverses formes*, et ensuite qu'*ils se remplacent fréquemment les uns les autres dans la série animale*. Sous le premier rapport, les points suivants doivent être mentionnés :

1° Dans les régions où le cartilage hyalin et le tissu conjonctif se touchent, il est impossible de saisir la limite qui les sépare, et les substances fondamentales, aussi bien que les cellules des deux tissus, se continuent insensiblement de l'un à l'autre.

2° La même chose s'observe sur la limite entre le cartilage réticulé et son périchondre; et l'on voit très-bien que les fibres élastiques des deux tissus se continuent ensemble et constituent des formations parfaitement équivalentes.

3° Chez les animaux, on rencontre toutes les transitions imaginables entre l'ivoire et l'os véritable; je mentionnerai spécialement l'existence

2. *Cellules qui correspondent à celles du véritable tissu conjonctif ou aux corpuscules de tissu conjonctif.*

Ces éléments, pris dans leur ensemble, constituent un groupe bien déterminé, dont l'importance réside surtout dans leurs connexions physiologiques avec le *développement et la conservation de la substance fondamentale* des substances conjonctives correspondantes. De même que les substances fondamentales diffèrent entre elles sous une foule de rapports, de même ces cellules présentent de grandes différences de structure et de forme. Néanmoins la forme en fuseau et la forme étoilée, l'existence des anastomoses, le faible développement du cytoplasme et des dépôts dans le contenu cellulaire, en d'autres termes, des phénomènes végétatifs peu marqués, tels sont assez bien les caractères de ces cellules.

3. *Cellules des plasmas interstitiels de la substance conjonctive.*

Dans certaines régions, il se forme au sein de la substance conjonctive des cavités qui sont tantôt de simples lacunes, et tantôt des espaces limités par des parois distinctes; et dans quelques-unes de ces cavités se développent des liquides plus ou moins riches en éléments celluleux, tels que le sang, la lymphe, le plasma du parenchyme de la rate, du thymus, des glandes folliculeuses en général. Toutes les cellules de ces fluides peuvent être rapportées à des éléments qui sont analogues à ceux de la substance conjonctive celluleuse simple; elles méritent néanmoins une place à part, d'abord parce qu'elles ne représentent point un tissu d'une composition invariable, ensuite et surtout parce qu'elles jouent un rôle tout à fait spécial dans les phénomènes de la vie végétative.

Cette division des cellules de la substance conjonctive en trois groupes n'implique nullement une séparation tranchée entre les diverses catégories; au contraire, l'histoire du développement des tissus de la substance conjonctive et l'étude comparative des tissus qui ont atteint leur état définitif nous montrent que les cellules en question présentent de nombreuses transitions et peuvent se transformer les unes dans les autres, circonstances qui sont particulièrement intéressantes au point de vue de l'anatomie pathologique.

Reichert, le premier, en l'année 1846, réunit dans un même groupe, sous le nom de *substance conjonctive*, les principaux tissus que nous venons de décrire. La tentative de Reichert n'eut pas le succès qu'elle méritait, parce qu'il avait établi, pour appuyer ses vues, certains principes qui n'étaient pas conformes à la manière de voir du plus grand nombre des histologistes.

Les recherches sur le développement du tissu osseux ont puissamment contribué à faire avancer cette question. Les travaux d'anatomie normale de Sharpey, ainsi que les miens, les travaux d'anatomie pathologique de Virchow, ont fourni la preuve que le tissu osseux peut procéder du tissu conjonctif ordinaire. Cette circonstance servit à mettre de plus en plus en évidence l'étroite connexité qui unit le tissu conjonctif et le cartilage, surtout quand on eut montré que la substance conjonctive fondamentale qui s'ossifie peut, dans certaines circonstances, présenter les caractères du cartilage avant de s'ossifier. Cependant il restait encore un desideratum, pour établir, dans le sens de Reichert, l'analogie entre ces divers

tissus : en effet, l'équivalent des cellules de cartilage n'avait pas encore été trouvé dans le tissu conjonctif. J'avais, il est vrai, signalé (*Mikroscopische Anatomie*) l'existence fréquente de cellules de cartilage, ou de cellules analogues, dans des parties constituées exclusivement par du tissu conjonctif (tendons, ligaments, gaines tendineuses, capsules synoviales, etc.); je n'étais pas parvenu néanmoins à démontrer l'existence générale de ces cellules, et à baser sur ce fait l'identité du cartilage et du tissu conjonctif. Ce pas décisif a été fait en l'année 1851 par Virchow, et peu de temps après par Donders, qui n'avait point connaissance des travaux de Virchow. Tous deux démontrèrent la présence fréquente, dans le tissu conjonctif, de cellules étoilées (*corpuscules de tissu conjonctif*, Virchow) qu'ils comparèrent aux cellules de cartilage, tandis qu'ils regardaient la substance fibrillaire du tissu conjonctif (qui pour eux est simplement une substance intercellulaire) comme l'analogue de la substance fondamentale des cartilages. En outre, Virchow, comprenant le tissu osseux dans le cercle de ses recherches, prouva que les corpuscules étoilés des os sont des parties isolables, et que, dans la formation des os aux dépens du tissu conjonctif, ils procèdent des corpuscules étoilés de ce tissu; il démontra ainsi la liaison intime qui existe entre les os et le tissu conjonctif. D'une manière générale, la question de l'affinité entre le tissu conjonctif, le cartilage et les os a été éclairée par Virchow de beaucoup d'autres côtés, et particulièrement en ce qui concerne la signification physiologique des cellules et la pathologie. Si la science possède aujourd'hui sur ce groupe de tissus des notions plus nettes, c'est surtout à Virchow qu'elle en est redevable.

Il était impossible que ces découvertes importantes ne suscitassent point une foule de travaux sur la substance conjonctive. De ces travaux, les uns ont confirmé et élargi les idées de Virchow et de Donders; les autres ont élevé des objections sur quelques points. — En ce qui regarde les corpuscules du tissu conjonctif, presque tous les observateurs se sont rattachés aux vues de Virchow. Mais, d'autre part, ces vues ont trouvé dans Henle un contradicteur puissant et tenace, qui depuis longues années emploie tous ses efforts pour combattre l'existence, dans le tissu conjonctif, d'éléments celluleux comme les admet Virchow, et plus récemment des travailleurs plus jeunes ont prêté le concours de leurs forces aux efforts de Henle. Observateur impartial, j'ai cherché à vider ce différend en démontrant que les cellules de Virchow, dont l'existence ne saurait être révoquée en doute, ne se présentent pas toujours sous la forme d'éléments étoilés, comme l'avait admis Virchow; de sorte que les objections de Henle, dirigées en partie contre la manière dont Virchow décrit la forme des cellules, sont justifiées sous certains rapports, ainsi que nous l'exposerons plus loin, dans les paragraphes consacrés au tissu conjonctif et aux tendons.

Si, au point de vue des corpuscules de tissu conjonctif, la doctrine de Donders et de Virchow fut démontrée exacte dans son ensemble, elle fit, au contraire, complétement naufrage en ce qui concerne sa manière d'envisager le *développement des fibres élastiques*. Les travaux de H. Müller, de Henle et de Reichert, auxquels mes propres recherches ont donné une confirmation définitive, ont prouvé que les éléments en question ne dérivent nullement des corpuscules de tissu conjonctif, comme l'avaient cru Donders et Virchow, et comme je l'avais admis longtemps moi-même, et qu'ils se forment, au contraire, d'une manière indépendante dans la substance interstitielle. Cette démonstration était assurément désirable au point de vue de la question générale des connexions entre les divers tissus de la substance conjonctive; en effet, il devenait possible, dès lors, de placer à côté l'un de l'autre le cartilage réticulé et le tissu élastique, tandis que, dans la théorie de Virchow, on était obligé d'assigner aux fibres élastiques de ces deux tissus une signification anatomique complétement différente.

La plupart des auteurs, à l'exemple de Virchow et de Donders, considèrent la *substance fondamentale* de la substance conjonctive comme une *substance intercellulaire*; tel est aussi mon avis. Je ferai remarquer cependant que, dans les cartilages,

les parois des cellules, ce qu'on apppelle les capsules de cartilage, prennent également une part plus ou moins considérable à la formation de cette substance (voy. à cet égard la note qui termine le § 15).

Bibliographie. — C. B. Reichert, *Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde.* Dorpat, 1845. — Virchow, *Die Identität von Knochen, Knorpel-und Bindegewebskörperchen, sowie über Schleimgewebe*, dans *Verhandlungen der physic. medicin. Gesellsch. in Würzburg*, 1851, t. II, p. 150 et 314. — Donders, dans *Nederl. Lancet*, 1851, juillet et août, et dans *Zeitschr. für wissenschaft. Zoologie*, t. III, p. 348. — Kölliker, *Ueber die Entwickelung der sogenannten Kernfasern, der elastichen Fasern und des Bindegewebes*, dans *Verhandl. d. phys. med. Ges. in Würzb.*, t. III, p. 1. — Henle, dans *Canst. Jahresber.*, 1851 et 1852. — Hessling, dans *Illustr. medicin. Zeitung*, 1852, pages 54, 124, 162. — C. B. Reichert, dans *Müller's Archiv*, 1852, p. 521. — Remak, dans *Müller's Archiv*, 1852, p. 47, 112. — Bruch, *Vergl. Unt. üb. d. Bindegewebe*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VI. — A. Baur, *Die Entw. d. Bindesubstanz*, Tubingue, 1858; et in *Müll. Arch.*, 1859, p. 337. — R. Virchow, in *Virch. Arch.*, XVI, p. 1. — Förster, in *Virch. Arch.*, XVIII, p. 170. — H. Müller, in *Würzb. Verh.*, X. — Kölliker, *Neue Unters. über die Entw. d. Bindegewebes*, Würzb., 1861, et in *Würzb. naturw. Zeitschr.*, II. — Von Recklinghausen, *Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe*, 1862. — Th. Langhans, *Beitr. z. Histol. d. Sehnengewebes. Würzb. nat. Zeitschr.*, t. V. — W. His, *Die Häute und Höhlen des menschl. Körpers*, Bas., 1865. — A. Hoyer, in *Müll. Archiv*, 1865, p. 204.

§ 23. **Substance conjonctive simple.** — Je réunis sous ce nom tout un groupe de tissus simples de la catégorie des substances conjonctives, tissus qui consistent en cellules de substance conjonctive, généralement délicates, avec ou sans substance intermédiaire; quand celle-ci existe, elle fournit du mucus et de l'albumine, jamais de la gélatine. Comme les divers tissus appartenant à ce groupe se rencontrent principalement chez les animaux inférieurs, nous devrons renvoyer à l'histologie comparée l'étude complète de ces tissus, nous bornant ici à exposer ce qui est particulièrement important pour les mammifères et pour l'homme.

Comme sous-divisions de la substance conjonctive simple, je distinguerai:

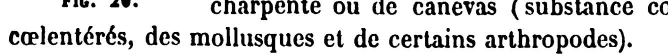


FIG. 20.

1. *La substance conjonctive simple formée de cellules*, qui se montre sous des formes variées.

a. Comme simple parenchyme, *substance conjonctive celluleuse*, dans le sens le plus restreint du mot. Composée de cellules arrondies, délicates ou résistantes, dont le contenu est formé de sérosité transparente, de mucus ou d'albumine, plus rarement de graisse, de pigment ou de concrétions calcaires, et qui constituent tantôt des masses continues remplissant une cavité, tantôt des gaînes autour de certains organes, et tantôt une sorte de charpente ou de canevas (substance conjonctive des cœlentérés, des mollusques et de certains arthropodes).

b. Sous la forme de membranes celluleuses d'apparence épithéliale, *epithelia spuria, faux épithéliums.* Formées de cellules *indépendantes*, générale-

FIG. 20. — Rayon cartilagineux du *Bronchiomma Dalyellii*, Mihi.

ment aplaties, renfermant peu de contenu, arrondies, polygonales ou fusiformes, quelquefois dentelées d'une façon spéciale, qui représentent le revêtement des lacunes de la substance conjonctive ou les gaînes de certains organes (faux épithélium des cavités séreuses, des capsules articulaires, des bourses muqueuses, etc., épithélium du cœur et des vaisseaux, parois des capillaires et des plus petits espaces lymphatiques, parois des trachées, gaînes des cellules ganglionnaires et fibres nerveuses périphériques).

c. Sous la forme de cellules étoilées, anastomosées en réseau, ou de fibres dérivées de ces cellules : *substance conjonctive réticulée.* Les éléments de ce tissu sont ou bien des cellules à noyau renfermant peu de cytoplasme, munies de ramifications plus ou moins nombreuses et unies toutes entre elles (fig. 20, 21), ou bien des réseaux particuliers de fibres pâles et rigides, qui doivent leur origine aux réseaux de cellules dont il vient d'être question, et qui sont formés, non d'une substance collagène ou élastique, mais d'un composé appartenant aux matières protéiques, puisqu'il est insoluble dans l'eau bouillante et soluble seulement dans les alcalis caustiques.



Fig. 21.

La substance conjonctive réticulée, ainsi que le démontrent de plus en

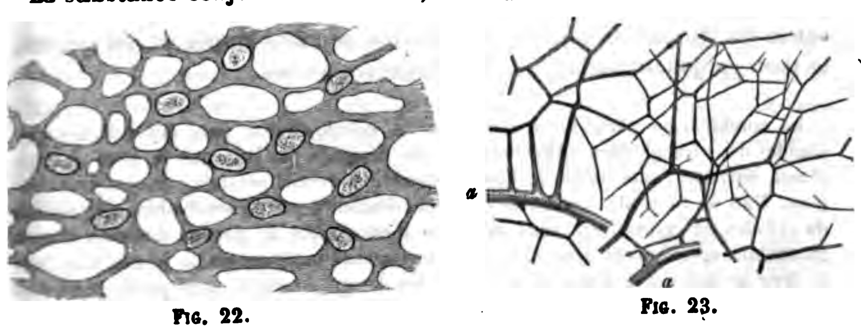


Fig. 22. Fig. 23.

plus les recherches modernes, est très-répandue, et se trouve, comme substance de protection et d'enveloppe : 1° dans *toutes les glandes folliculeuses* (glandes lymphatiques, rate, amygdales, thymus, follicules de l'estomac,

Fig. 21. — Alvéole d'une glande inguinale de l'homme (grossissement de 250 diamètres). — *a*, enveloppe de l'alvéole ; *b*, réseau interne, dont les mailles sont remplies, en haut, de corpuscules lymphatiques ; *c*, noyau des fibres-cellules du réseau ; *d*, quelques fibres-cellules isolées de ce réseau, grossies 350 fois.

Fig. 22. — Réseau de cellules de la substance conjonctive (corpuscules de substance conjonctive tirés d'un follicule d'une glande de Peyer du lapin). — D'après une préparation du docteur Eberth. — Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 23. — Canevas fibreux du même organe, avec les insertions des fibres sur les capillaires *aa*, le tout procédant d'un réseau de cellules très-délicates. — D'après la même préparation et un dessin du docteur Eberth. — Grossissement de 350 diamètres.

de l'intestin) et ***dans certaines régions des muqueuses*** (langue, Schmidt; intestin, His), dans les deux cas comme soutien du parenchyme des cellules lymphoïdes; 2° dans l'*encéphale et la moelle épinière*, où la substance conjonctive intérieure n'est composée, pour ainsi dire, que de ce tissu; 3° dans l'œil, à savoir, dans la *rétine*, sous la forme de fibres radiées, dans la choroïde, la *lamina fusca*, et peut-être dans le ligament pectiné de l'iris et la zone de Zinn; 4° dans le labyrinthe de l'oreille, comme revêtement des parties membraneuses et des parois osseuses des cavités; 5° dans certaines *glandes*, comme substance de protection et d'enveloppe des éléments glandulaires (reins, foie).

2. *La substance conjonctive simple gélatineuse.*

Elle présente une substance fondamentale contenant du mucus, de l'albumine ou de la cellulose, et des cellules arrondies ou étoilées, et dans ce dernier cas, fréquemment anastomosées entre elles pour former un réseau. Quelquefois les cellules disparaissent plus tard, de sorte qu'il ne reste que la substance fondamentale (tissu gélatineux simple); d'autres fois il se développe, en outre, dans celle-ci des fibres qui rappellent les fibres élastiques ou qui sont véritablement des fibres élastiques.

Ici se placent le corps vitré de l'œil, la substance gélatineuse qui entoure la colonne vertébrale des leptocéphalides (moi), celle de l'organe électrique de la raie, la substance gélatineuse renfermant de la cellulose des tunicaires, une partie du tissu gélatineux des poissons, celui des mollusques, et, parmi les formations embryonnaires, la substance gélatineuse qui occupe primitivement la région des cavités labyrinthiques et de la caisse du tympan, la gélatine de Wharton peu développée, et, en général, le tissu conjonctif lâche dans ses premières phases.

La combinaison particulière d'un canevas cellulo-fibreux avec des cellules lymphoïdes dans les glandes folliculeuses a été désignée par His sous le nom de *substance adénoïde*; moi-même je l'avais appelée autrefois *substance conjonctive cytogène*. Mais de nouvelles recherches m'ayant démontré que de semblables dispositions de cellules se rencontrent sous la forme d'enveloppes de parties diverses (canaux glandulaires, éléments nerveux) ou de formations indépendantes, je me vois forcé de leur accorder plus d'importance et de les désigner sous un nom particulier. Il est à remarquer, d'ailleurs, que la substance conjonctive réticulée, d'une part, se range à côté des autres formes de la substance conjonctive celluleuse, et d'autre part, qu'elle est voisine de la substance gélatineuse à cellules étoilées et anastomosées, de sorte que là encore il est difficile d'établir des limites précises entre ces diverses formes. Les formes 1 c. et 2 passent également par des transitions au tissu conjonctif ordinaire, à substance interstitielle fibrillaire.

Bibliographie. — Voyez les mémoires de Virchow et de moi cités dans le paragraphe précédent, les travaux de His, Billroth, Frey et Heidenhain sur les glandes lymphatiques et les formations analogues, et enfin les recherches d'anatomie comparée de Kölliker (tunicaires, cœlentérés), de Virchow et de Schultze (méduses), de Leydig, Gegenbaur, Semper, Häckel, etc.

§ 24. **Tissu cartilagineux.** — Les cartilages, à l'exception de ceux qui sont encroûtés de sels calcaires, et qui ne jouent aucun rôle spécial chez

l'homme, consistent en une substance dure, mais élastique, de couleur bleuâtre, blanc laiteux ou jaunâtre, qui, sous le rapport *morphologique*, se comporte de deux manières différentes, suivant qu'il se présente comme un *simple parenchyme* de cellules, ou comme un *tissu de cellules avec une substance fondamentale interposée entre ces éléments*. Les *cellules de cartilage* offrent peu de particularités relativement à leur forme; elles sont généralement rondes ou oblongues, souvent aplaties ou fusiformes, très-rarement étoilées (excepté chez les sèches, les squales, dans le larynx du bœuf, dans les enchondromes). Au début, on n'y voit point de membrane de cellule; mais plus tard, chez les mammifères, une membrane distincte, la *capsule de cartilage*, apparaît dans la plupart des régions, capsule qui a les mêmes connexions avec le contenu de la cellule de cartilage, ou ce qui était précédemment le protoblaste, que la membrane de cellulose des cellules végétales avec leur contenu. Il faut donc distinguer deux parties dans les cellules de cartilage : 1° la *cellule proprement dite* ou l'*utricule primordial*, comme je l'appelais autrefois, formation membraneuse délicate (corpuscule de cartilage des auteurs), à contenu tantôt transparent et fluide, tantôt ferme et opaque, avec un noyau; et 2° la *membrane externe* ou la *capsule de cartilage*, couche résistante, limpide ou jaunâtre, produite par une sécrétion du protoblaste, qu'elle enveloppe étroitement, couche qui peut prendre une apparence stratifiée et une épaisseur considérable, de nouveaux produits de sécrétion s'apposant constamment à sa face *interne*. Sous l'influence d'une foule de réactifs, même sous celle de l'eau, le cytoplasme des protoblastes se coagule, et ratatine ces derniers, de manière à produire un intervalle entre eux et la capsule de cartilage (fig. 24, 1 et 2). Chaque protoblaste prend ainsi l'aspect d'un corpuscule foncé, un peu dentelé, sans noyau distinct, et dont la signification n'est pas facile à déterminer. — Très-souvent les cellules de cartilage sont le siége d'une *multiplication de cellules*, dont le premier phénomène paraît être une division du protoblaste dans l'intérieur de la capsule de cartilage, en même temps que les capsules mères (cellules mères) grossissent. Autour des cellules filles se forment ensuite de nouvelles capsules de cartilage, pendant que les capsules des cellules mères se confondent peu à peu entre elles ou avec la substance intermédiaire. La *substance fondamentale*, eu égard à son mode de développement, est donc tantôt un produit de sécrétion des cellules, et conséquemment une véritable substance intercellulaire, tantôt le

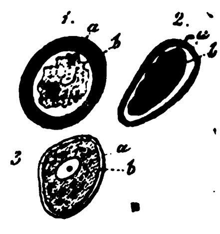


Fig. 24.

Fig. 24. — Trois cellules de cartilage de l'homme, grossies 350 fois.

1. Cellule de cartilage de l'épiglotte, facile à isoler, avec un contenu (protoblaste) un peu ratatiné. — 2. Cellule d'un cartilage articulaire, avec un contenu fortement ratatiné. — 3. Cellule d'un cartilage en voie d'ossification, avec contenu intact. Les deux dernières cellules ont une capsule très-mince, la première une capsule épaisse. *a*, capsule de cartilage; *b*, contenu de la cellule et noyau. Celui-ci est caché dans la cellule 2.

résultat de la fusion des capsules des anciennes cellules mères, et tantôt elle reconnaît l'une et l'autre de ces deux origines; elle est homogène, ou finement granulée, ou fibreuse, même avec des fibres distinctes et isolables, qui doivent leur origine à une transformation de la substance fondamentale, et qui forment deux variétés distinctes, l'une composée de fibrilles pâles et parallèles, fournissant de la gélatine, l'autre formée de fibres opaques, plus ou moins grosses, disposées en réseaux et constituées par une substance élastique.

Les *caractères chimiques* du tissu de cartilage sont encore assez peu connus. Ce qui est certain, c'est que les protoblastes et la substance fondamentale ne sont pas faits de la même matière. Les premiers ne se dissolvent pas par la coction, et sont assez réfractaires aux acides à froid, tandis qu'ils se dissolvent assez rapidement dans les alcalis caustiques bouillants, caractères qui les éloignent des substances collagènes et les rapprochent, au contraire, des substances albuminoïdes. Les membranes des cellules de cartilage, ou capsules de cartilage, semblent, au contraire, se convertir peu à peu en une substance collagène; c'est du moins ce qu'on peut conclure des modifications plus ou moins considérables que la coction leur fait éprouver, et en particulier de cette circonstance que les capsules des cellules mères, confondues avec la substance fondamentale, se dissolvent par la coction. La substance fondamentale de la plupart des cartilages est formée de chondrine; dans les cartilages réticulés seulement, partout où ils contiennent des fibres, ainsi que dans les portions nettement fibreuses de certains cartilages vrais, tels que les côtes, c'est une matière qui se rapproche beaucoup de la substance du tissu élastique. Il s'ensuit que les cartilages exclusivement composés de cellules et les cartilages réticulés ne donnent, par la coction dans l'eau, que peu ou point de chondrine, et que la présence de cette substance n'est point un caractère du tissu cartilagineux. D'ailleurs, dans les cartilages en voie de développement, la substance intermédiaire, d'après Schwann, ne présente pas encore les caractères de la chondrine.

Sous le *rapport physiologique*, nous devons mentionner surtout la dureté et l'élasticité des cartilages, propriétés qui rendent les cartilages aptes à des usages variés. Dans les *cartilages en voie de croissance*, le mouvement nutritif est très-énergique; ils contiennent alors constamment, en certains points, dans des canalicules cartilagineux particuliers, de nombreux *vaisseaux sanguins*, voire même des *nerfs*, comme je l'ai démontré sur la cloison des narines du veau.

Les cartilages se développent aux dépens des cellules primordiales de l'embryon; ces cellules se transforment en cellules de cartilage, pendant qu'une substance interstitielle, qu'on peut faire dériver d'une exsudation de principes constituants du sang, s'interpose entre elles dans la plupart des régions. Cette substance reste-t-elle homogène, il se produit un cartilage hyalin. Quand, au contraire, il s'y montre des fibres de l'une ou l'autre espèce, il se développe du fibro-cartilage ou du cartilage élastique.

Il est à remarquer cependant que, d'après mes recherches sur le développement des vertèbres de poissons, le fibro-cartilage peut se transformer consécutivement en cartilage hyalin. Ces recherches montrent de plus qu'une substance fibreuse à petites cellules, que l'on ne peut guère appeler autrement que du tissu conjonctif, est susceptible de se transformer en cartilage vrai; il y aurait donc, pour le cartilage hyalin, deux modes de développement un peu différents l'un de l'autre, un mode immédiat et un mode médiat.

L'*accroissement* des cartilages n'a pas encore été étudié suffisamment. Ce qui est certain, c'est qu'il a lieu, dans la généralité des cas, par *multiplication endogène des cellules* de cartilage existantes, et ensuite par *dépôt incessant de substance intermédiaire* entre ces cellules.

La multiplication des cellules, dont on peut encore reconnaître des traces sur des cartilages complétement développés, s'opère différemment, suivant que le cartilage croît davantage dans telle ou telle direction. Il est à remarquer cependant d'une manière générale que le siége principal de la croissance est au voisinage des parties vasculaires limitrophes. Ainsi, toutes les régions du cartilage recouvertes par le périchondre grandissent par le bourgeonnement d'une couche de grosses cellules très-faciles à reconnaître et qu'on rencontre à une faible distance de cette membrane; de même, les cartilages qui touchent à un os croissent par les éléments qui s'y rencontrent (cartilages costaux, cartilages épiphysaires). Le dépôt de substance intermédiaire marche de front avec la multiplication des cellules; cependant il a lieu surtout dans les points où cette dernière est en voie de décroissance, particulièrement, par conséquent, dans la profondeur des cartilages (larynx, cartilages costaux). — Un mode d'accroissement admis par Bruch, Gerlach, Beneke, dans lequel de nouvelles couches cartilagineuses seraient déposées à la surface du cartilage formé, ne s'observe pas, bien certainement, sur une foule de cartilages. Cependant depuis que j'ai vu, sur des poissons, du tissu conjonctif se transformer en cartilage hyalin, je suis disposé à concéder la possibilité de relations directes entre le périchondre et la croissance des cartilages. J'appelle sur ce sujet de nouvelles recherches.

Dans le cartilage complétement développé, en tout cas, le mouvement nutritif est peu énergique et manque d'agents particuliers, abstraction faite des vaisseaux du périchondre, qui revêt beaucoup de cartilages, et de ceux de l'os voisin. Il faut excepter les cartilages de l'oreille, chez l'homme, dans lesquels L. Meyer a rencontré des vaisseaux à tous les âges de la vie, et les cartilages de quelques mammifères (cloison des narines) et des plagiostomes; dans ces derniers, d'après les recherches de Leydig et les miennes, il y a, même chez les vieux animaux, soit des canaux vasculaires (raie), soit des cellules de cartilage fusiformes ou étoilées, mais que je n'ai point trouvées anastomosées. Dans un âge avancé, la substance fondamentale de certains cartilages vrais a de la tendance à devenir fibreuse et à se rapprocher beaucoup, par ses caractères chimi-

ques, de celle des cartilages réticulés. Rapprochez de ce fait celui de la transition graduelle qui existe, en certains endroits (surtout dans le cartilage aryténoïde des mammifères), entre le cartilage vrai et le cartilage réticulé, et vous aurez la preuve que *ces deux variétés de cartilage ne sont pas séparées l'une de l'autre par des limites précises.* De plus, il n'est pas rare de voir les vrais cartilages s'ossifier dans un âge avancé, par le développement simultané de vaisseaux et de *moelle de cartilage* dans leur intérieur. Les cartilages n'ont aucune *aptitude à se régénérer*, et *leurs blessures ne se cicatrisent pas au moyen de substance cartilagineuse*; assez souvent, au contraire, on observe des *productions accidentelles de cartilage.*

Les différentes variétés du tissu cartilagineux sont les suivantes :

I. *Tissu cartilagineux sans substance fondamentale*, ou *cartilage celluleux.* A cette variété appartiennent : la corde dorsale des embryons et de certains poissons adultes, beaucoup de cartilages des fœtus de vertébrés, certains cartilages des myxinoïdes, les lamelles branchiales de quelques poissons, le cartilage du tendon d'Achille de la grenouille, ceux de l'oreille externe de beaucoup de mammifères, et ceux des géryonies, des annélides des céphalophores et des limules.

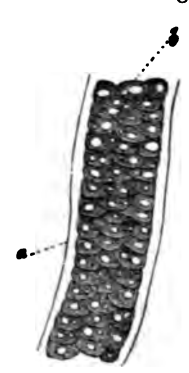
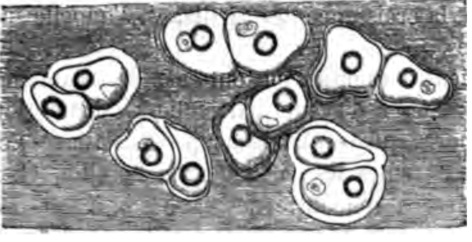


FIG. 25.

II. *Tissu de cartilage avec substance fondamentale.*

1. *Substance fondamentale homogène, fournissant de la chondrine.*

a. Avec substance fondamentale non incrustée de sels calcaires : cartilage, vrai, cartilage hyalin. Cette variété se trouve dans les grands cartilages des organes de la respiration, dans ceux des articulations, des côtes et du nez, dans toutes les symphyses et synchondroses, au voisinage immédiat des os; dans la gouttière du cuboïde, dans la petite échancrure sciatique, dans le crochet de l'apophyse ptérygoïde, au calcanéum au-dessus de l'insertion du tendon d'Achille, et dans les cartilages d'ossification du fœtus.



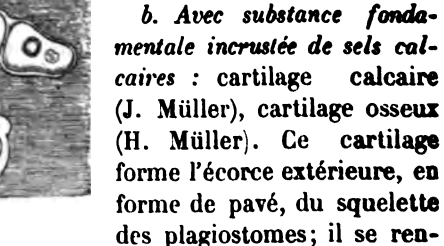


FIG. 26.

b. Avec substance fondamentale incrustée de sels calcaires : cartilage calcaire (J. Müller), cartilage osseux (H. Müller). Ce cartilage forme l'écorce extérieure, en forme de pavé, du squelette des plagiostomes; il se rencontre aussi chez l'homme et chez les mammifères, particulièrement au-

FIG. 25. — Portion de la corde dorsale d'un embryon de mouton, long de 3 millimètres. — *a*, sa gaîne; *b*, cellules, avec des espaces clairs et vésiculeux.

FIG. 26. — Cellules de cartilage de la couche blanchâtre du cartilage cricoïde. — Grossissement de 350 diamètres. Homme.

dessous des cartilages articulaires, aux extrémités des épiphyses des os longs, et transitoirement au niveau des points d'ossification des cartilages. — Il se compose d'une substance fondamentale imprégnée de sels calcaires et fournissant de la chondrine (?), avec des capsules de cartilage ordinaires, également pénétrées de sels calcaires.

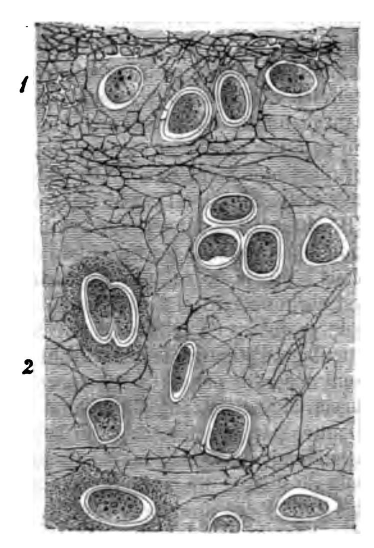


Fig. 27.

2. *Substance fondamentale fibreuse, fournissant de la gélatine : fibro-cartilage, cartilage de tissu conjonctif.* Se montre rarement sous la forme d'organes distincts, comme les cartilages interarticulaires, le bourrelet glénoïdien. Généralement disséminé par petites masses dans le tissu conjonctif, comme dans beaucoup de tendons et de gaînes tendineuses, dans les ligaments intervertébraux, etc., il présente de nombreuses transitions au tissu conjonctif. — Chez les animaux, particulièrement chez les poissons, cette forme est très-commune, et se rencontre aussi avec incrustation calcaire.

3. *Substance fondamentale fibreuse, composée principalement de substance élastique, cartilage réticulé, cartilage jaune, cartilage élastique :* épiglotte, cartilages aryténoïdes, en partie, cartilages de Santorini, de Wrisberg, cartilages de l'oreille et de la trompe d'Eustachi (fig. 27).

Relativement à la structure du tissu cartilagineux, trois opinions principales ont aujourd'hui cours dans la science. Dans l'une, admise par Reichert, Henle, Aeby et autres, toute la substance fondamentale du cartilage est une substance intercellulaire, et il n'existe point de membranes spéciales des cellules de cartilage, point de capsule de cartilage, comme on dit. Une autre opinion, défendue par Remak, M. Schultze, Fürstenberg et Heidenhain, veut qu'il n'y ait point dans le cartilage de véritable substance interstitielle, et que la substance fondamentale résulte uniquement de la fusion des capsules de cartilage. Quant à moi, j'ai pris depuis longtemps une position intermédiaire, signalée dans le paragraphe ci-dessus, et à laquelle s'est rallié également Gegenbaur dans ces derniers temps; seulement il n'attribue pas, comme moi, aux capsules de cartilage des relations intimes avec les cellules (protoblastes), et les considère, ainsi que la substance interstitielle, comme un produit de sécrétion des protoblastes.

Si nous cherchons à élucider davantage ces diverses manières de voir, il me paraît à peine nécessaire de démontrer l'*existence* des capsules de cartilage, c'est-à-dire des membranes spéciales des protoblastes; ces capsules sont trop faciles à voir sur chaque cartilage celluleux, sur toutes les cellules de cartilage disséminées dans le tissu conjonctif, et même dans beaucoup de cas, sans aucun réactif, dans le cartilage hyalin. On ne saurait guère douter non plus que dans certains cas ces membranes

Fig. 27. — Portion du cartilage aryténoïde du bœuf. — 1, cartilage réticulé; 2, transitions entre ce cartilage et le cartilage hyalin. — Grossissement de 350 diamètres. Le dessin est du docteur Eberth.

ou capsules constituent seules la substance interstitielle, et sous ce rapport je signalerai particulièrement les cartilages du petromyzon et les cartilages jaunes des myxines. Mais, d'un autre côté, il me paraît certain aussi qu'il existe du cartilage renfermant de la véritable substance intercellulaire; il faut cependant distinguer ici deux cas. Il y a, en premier lieu (chez la plupart des poissons), du cartilage dans lequel les cellules se trouvent, non à l'état de capsules de cartilage, c'est-à-dire de cellules véritables, mais bien à l'état de protoblastes, et là naturellement on ne saurait mettre en question ce fait que la substance fondamentale ne consiste point en capsules confondues ensemble, mais est simplement de la substance interstitielle et n'est nullement sous la dépendance des divers protoblastes : c'est ce qui résulte très-nettement de l'étude du cartilage sclérotical d'un grand nombre de poissons (H. Müller, Langhans), sur les deux faces duquel on trouve de grandes accumulations de substance fondamentale dépourvues de cellules. Tout autres sont les cas dans lesquels les cellules de cartilage présentent des membranes ou capsules; là il est certainement plus difficile de démontrer l'existence d'une substance fondamentale *en dehors* de celles-ci. Les cas les plus frappants sont ceux où des capsules de cartilage distinctes, ne montrant aucun phénomène particulier de multiplication, sont séparées par de la substance interstitielle, comme dans les cartilages de l'embryon chez beaucoup d'animaux, dans les fibro-cartilages et les cartilages réticulés. D'autre part, l'action de l'eau bouillante, celle de la potasse caustique à 35 pour 100 (Donders), de l'acide sulfurique dilué, ou de l'acide chromique (Fürstenberg), sont loin de diviser toujours la masse totale en champs qu'on peut considérer comme les limites des premières cellules mères; très-souvent il reste entre les domaines des diverses cellules une substance interstitielle, dont rien n'indique qu'elle a des rapports intimes avec les capsules.

Ainsi, ce qui nous sépare, Gegenbaur et moi, relativement à la signification des corpuscules de cartilage, paraît se réduire à peu près à une différence de mots. J'appelle membranes de cellules les produits de sécrétion des protoblastes qui reproduisent la forme de ces derniers et la maintiennent. Or, comme les protoblastes peuvent, sans devenir de véritables cellules, produire également une substance interstitielle continue, il est évident qu'entre un tel tissu et un tissu de cellules à membranes d'enveloppe épaisses, les connexions sont étroites. Si, au contraire, de véritables cellules sécrètent à la surface de la membrane de cellule une substance susceptible de se concréter, comme par exemple, les cellules épidermiques des plantes sécrètent la cuticule, la différence entre les deux produits de sécrétion est déjà plus considérable, et elle le devient plus encore quand en même temps la membrane de cellule s'épaissit par suite de dépôts opérés à sa *surface interne*. Les deux phénomènes se présentent dans les plantes, et le dernier, dans le cartilage. En outre, je ferai remarquer un fait qui semble avoir échappé à Gegenbaur, c'est que, sur les cartilages dont les cellules se multiplient rapidement, on rencontre aussi, dans l'intérieur des capsules mères, des cellules filles entourées de capsules parfaitement développées (voy. fig. 6).

Chez beaucoup d'animaux, le tissu cartilagineux est bien plus répandu que chez l'homme, notamment dans le *squelette* (amphibies nus, poissons); de plus, on le rencontre dans la *sclérotique* de l'echidna (Leydig), de quelques oiseaux, amphibies et poissons; dans le *cœur* (ruminants, pachydermes, salamandre terrestre et tortue, d'après Leydig); dans les callosités des membres postérieurs des pelobates. On trouve du *cartilage réticulé* dans la colonne vertébrale de l'esturgeon, en certains points (Virchow, moi); dans les appendices de la gorge des chèvres (Leydig). On rencontre du *cartilage réticulé incrusté de sels calcaires*, d'après H. Müller, dans le cartilage de l'oreille du chien; chez le cochon d'Inde (non chez le sanglier, comme le dit Schlossberger), il existe dans les mêmes régions, d'après Leuckart aîné, des *ossifications* que H. Müller considère comme de véritables os. Suivant Miram, le castor présenterait les mêmes ossifications.

Relativement à la *structure*, il est à remarquer que beaucoup de cartilages, chez

les animaux (cloison des fosses nasales, larynx des mammifères, larynx bronchial du canard, d'après Leydig, cartilages des plagiostomes, de l'esturgeon, etc.), *renferment des vaisseaux*. Les cartilages réticulés sont admirablement développés dans les cartilages du larynx des mammifères; tantôt les fibres élastiques y sont beaucoup plus grosses (épiglotte), et tantôt (moitié supérieure des cartilages aryténoïdes) ces fibres permettent de reconnaître de la manière la plus nette leur origine aux dépens de la substance fondamentale. On voit des cellules de cartilage remplies de *graisse* dans les cartilages de l'oreille de quelques petits mammifères (Queckett), dans le larynx des rats (Leydig), chez les chauves-souris (moi); des cellules renfermant du *pigment*, dans la sclérotique du *Menopoma* (Leydig). Queckett, le premier, trouva des cellules de cartilage étoilées chez les céphalopodes et les plagiostomes; plus tard Leydig confirma cette observation, et moi-même j'ai rencontré de ces cellules dans les régions molles du larynx, chez le bœuf. Des capsules stratifiées, à paroi très-épaisse et à cavité très-petite (de 4-6 μ) se voient dans les ligaments intervertébraux et les côtes des vieillards. Dans ces dernières, j'ai vu des capsules si bien confondues avec la substance fondamentale, que les cellules (corpuscules) de cartilage semblaient libres dans cette substance. Dans l'intérieur des capsules, il n'est pas rare de rencontrer des dépôts de consistance variée, de sorte qu'on croit souvent voir des capsules situées dans d'autres capsules, ou des enveloppes alternant avec un contenu liquide (voy. fig. 6). Des capsules de cartilage avec traces de *canalicules poreux* ont été vus par H. Müller dans le cartilage de l'oreille du chien, par Hensen dans l'œil des céphalopodes. Pour ce qui est de l'action de la lumière polarisée sur le tissu de cartilage, voyez W. Müller, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3e série, t. X, p. 173.

Dans les animaux invertébrés, on trouve beaucoup de tissus analogues au cartilage, quant à la consistance; mais le *cartilage hyalin*, offrant parfois des éléments remarquablement beaux, n'a été rencontré jusqu'à présent que chez les sèches, et le *cartilage sans substance fondamentale*, dans les branchies de plusieurs annélides capitibranchiés (Quatrefages, Leydig, moi), dans la charpente linguale de certains mollusques (Lebert, Claparède), d'après l'importante découverte de Gegenbaur, dans l'écrevisse des Moluques, au voisinage du cordon nerveux principal et au bord du disque des géryonides (E. Häckel).

Bibliographie. — Meckauer, *De penitiori cartilaginum structura* (dissert). Vratisl., 1836. — J. Müller, dans *Poggendorf's Annalen*, 1836, p. 293. — Rathke, dans *Fror. Not.*, 1847, p. 306. — A. Bergmann, *De cartilaginibus disq. micr.* Mitaviæ, 1850. — H. Müller, in *Würzburger naturh. Zeitschr.*, I, 92. — A. Hannover, in *Abh. der Dänisch. Akad. d. Wiss.*, t. VII. — Langhans, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XV, p. 249. — Voyez en outre les mémoires de Virchow, Remak, Reichert, Brandt, Bruch, Tomes et de Morgan, H. Meyer, H. Müller et moi, cités plus haut, à l'occasion du tissu conjonctif; puis Aeby, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. IV; enfin F. Hoppe, dans *Virchow's Archiv*, V, p. 170. — Fürstenberg, in *Müll. Arch.*, 1857, p. 1. — Lachmann, *ibid.*, p. 15. — Rabl-Rückhard, in *Müll. Arch.*, 1863, p. 41. — Heidenhain, in *Stud.*, I, p. 54; *Inst. in Breslau*, 2e cah. p. 1, et les travaux d'anatomie comparée de Leydig, moi, Bruch et Gegenbaur, sur le squelette des poissons et des amphibies.

§ 25. **Tissu élastique.** — Les *éléments* du tissu élastique sont des fibres à contours opaques, cylindriques ou aplaties, qui varient en diamètre depuis une finesse incommensurable jusqu'à 6 μ et même 11 μ (chez les animaux, 18 μ), et qui, lorsqu'elles sont réunies en masses, présentent une couleur jaunâtre. Les *fibres élastiques* sont, en général, parfaitement homogènes. Il est des cas, cependant, où ces fibres sont percées de part en part de trous plus ou moins grands, qui quelquefois sont disposés en

séries assez régulières (fig. 28). Les bords des fibres élastiques sont habituellement tout à fait rectilignes; dans quelques cas rares, au contraire, ils paraissent dentelés, et même, comme l'a vu Virchow sur des tissus de nouvelle formation, garnis d'un nombre infini de prolongements pointus, plus ou moins longs. — Autrefois on établissait une distinction entre les *fibres élastiques* et les *fibres de noyaux;* mais comme, sauf le diamètre, ces dernières ne diffèrent en rien des premières, comme toutes les fibres élastiques sont, dans l'origine, aussi fines que les fibres de noyaux, et qu'enfin celles-ci ne naissent pas de noyaux, il vaut mieux laisser tomber dans l'oubli le nom de fibres de noyaux, et diviser simplement les fibres élastiques en *fines* et en *grosses*.



FIG. 28.

Les fibres élastiques sont tantôt isolées, plus ou moins longues, rectilignes ou onduleuses; elles appartiennent généralement, dans ce cas, à la variété fine. Tantôt elles forment, en s'anastomosant entre elles, ce qu'on appelle *un réseau de fibres élastiques* (fig. 28, 29), réseau qui peut affecter la forme de membrane, ou traverser d'autres tissus à diverses profondeurs. Une variété des réseaux de fibres élastiques nous est présentée par les *membranes élastiques*, où les fibres sont si étroitement entrelacées, qu'il en résulte une membrane continue qui, dans les cas extrêmes, ne montre plus aucune trace de sa nature primitive, et paraît tout à fait homogène et percée de petites ouvertures (*membrane fenêtrée*, Henle, fig. 30).

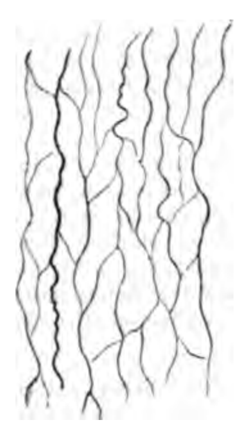


FIG. 29.

Sous le *rapport chimique*, le tissu élastique présente des réactions très-précises; néanmoins sa composition n'est pas encore connue exactement. L'acide acétique concentré n'attaque nullement à froid les fibres élastiques, qu'il gonfle seulement un peu; mais par une coction de plusieurs jours, il les dissout graduellement. L'acide nitrique les colore en jaune, ce qui, d'après Harting (*Het Mikroskoop*, IV, p. 255), dépend simplement du liquide qui imprègne le tissu, et ne se produit pas lorsqu'on a préalablement lavé ce dernier à l'eau; le réactif de *Millon* pour les combi-



FIG. 30.

FIG. 28. — Réseau élastique de la *tunique moyenne* de l'artère pulmonaire du cheval, avec trous dans les fibres. — Grossissement de 350 diamètres.

FIG. 29. — Réseau de fibres élastiques fines du péritoine d'un enfant. — Grossi 350 fois.

FIG. 30. — Membrane élastique de la tunique moyenne de la carotide du cheval. — Grossie 350 fois.

naisons protéiques les teint en rouge, tandis que l'acide sulfurique et le sucre n'y déterminent aucune coloration rouge. Dans une solution de potasse modérément concentrée, à froid, le tissu élastique reste longtemps sans modification, si ce n'est qu'il se gonfle et qu'il pâlit un peu; chauffé longtemps avec elle, il se transforme en une substance gélatiniforme. Quand on fait bouillir le tissu élastique dans une solution concentrée de potasse, il se dissout rapidement. L'eau ne le dissout point, même par une coction de soixante heures; cependant, après trente heures d'ébullition à 160° (dans la marmite de Papin), il se transforme en une substance brunâtre, qui répand une odeur de gélatine, mais qui ne se prend point en gelée; cette substance est précipitée par l'acide tannique, la teinture d'iode et le sublimé, mais non par les autres réactifs de la chondrine.

Au *point de vue physiologique*, il faut signaler avant tout la grande élasticité de ce tissu, qui, grâce à cette propriété, soulage considérablement les organes locomoteurs, et joue aussi un rôle important dans d'autres fonctions, celles des cordes vocales par exemple, Quant au *développement*, on peut aujourd'hui considérer comme certain que les *fibres élastiques ne procèdent ni de noyaux ni de cellules, et qu'elles résultent sim-*

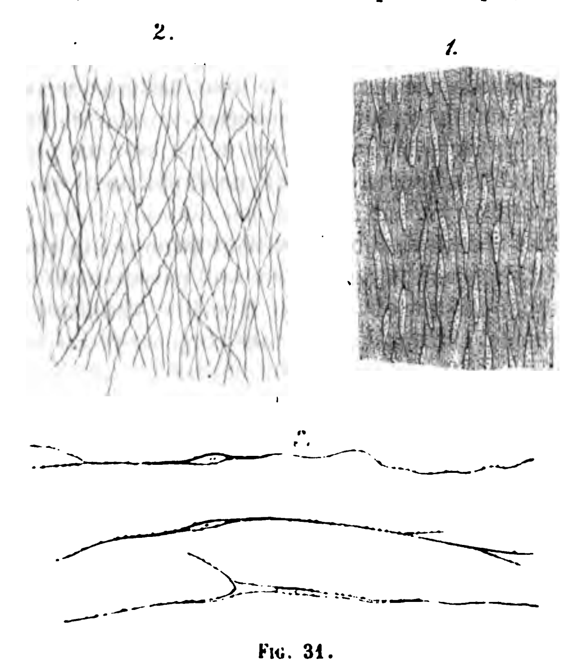


Fig. 31.

Fig. 31. — Fragment du ligament cervical d'un embryon de veau, d'un peu plus de 13 centimètres de longueur (grossissement de 300 diamètres). — 1. Portion de ce ligament non traitée par les réactifs, montrant la substance fondamentale fibreuse et les cellules de substance conjonctive, dont toutefois on ne voit presque que les noyaux. — 2. Portion qu'on a fait bouillir quelques instants dans la potasse caustique, et dans laquelle on voit les réseaux de fibres élastiques très-fines qui existent déjà. — 3. Trois fibres-cellules isolées du même ligament.

plement d'une transformation spéciale que subit la substance fondamentale du tissu conjonctif rudimentaire. Tous les organes formés de tissu élastique se comportent, à l'état rudimentaire, comme des parties conjonctives, c'est-à-dire qu'ils se composent dans l'origine de cellules arrondies, entre lesquelles ne tarde pas à se déposer une substance interstitielle. Pendant que cette substance augmente de quantité et se divise en fibrilles de tissu conjonctif, les cellules deviennent fusiformes, comme dans les tendons, et bientôt on voit paraître entre elles, au sein de la substance fondamentale, des fibrilles très-fines, unies entre elles, dès leur apparition, en forme de réseau, et insolubles dans la potasse caustique; ce sont les premiers rudiments des fibres élastiques. Or, pendant un certain temps, les trois parties constituantes, fibrilles collagènes, cellules et fibres élastiques, croissent également, les premières en se multipliant, les dernières en s'allongeant et en grossissant, et l'on ne saurait guère douter que les cellules, qui grandissent en même temps, exercent une certaine influence sur les fibres de la substance fondamentale. Puis vient une période pendant laquelle les cellules restent stationnaires, pour s'atrophier ensuite d'une manière très-lente, tandis que les fibres élastiques se développent de plus en plus, et c'est ainsi qu'il se fait que le tissu élastique arrivé à son développement complet, ne contient qu'un certain nombre de fibrilles de tissu conjonctif et de grosses fibres élastiques, et ne présente plus la moindre cellule. Toutes ces remarques, du reste, ne s'appliquent qu'au tissu élastique *pur*, celui du ligament cervical, par exemple. Dans les régions, au contraire, où les fibres élastiques n'existent qu'en petite quantité dans le tissu conjonctif, très-souvent les cellules sont parfaitement conservées, et naturellement ces cellules ont partout la même signification et ne sont autre chose que des cellules de substance conjonctive ou corpuscules de tissu conjonctif.

Si l'on demande ce qui se passe dans la formation des fibres élastiques, la réponse n'est point possible dans l'état actuel de la science. L'apparition de ces fibres au sein de la substance fondamentale du tissu conjonctif et de certains cartilages fait supposer qu'elles résultent de la transformation d'une substance collagène, et l'étude du développement des ligaments élastiques porte à admettre que les fibres sont produites en totalité, bien qu'elles soient très-fines dans l'origine. Au contraire, l'étude d'un certain nombre de cartilages élastiques, et surtout celle de l'épiglotte du bœuf, ferait supposer qu'ils peuvent aussi se former par juxtaposition de molécules. A l'appui de cette manière de voir, on pourrait peut-être invoquer ce fait qu'assez souvent la macération dans l'eau (H. Müller) ou le traitement par la potasse caustique (moi) détermine des déchirures transversales ou la division en petits fragments. Le mode d'accroissement des fibres élastiques n'est pas mieux connu que leur mode de développement. L'opinion la plus générale paraît être que cet accroissement a lieu pour de nouvelles molécules qui s'appliquent à la surface des fibres déjà formées, ce qui est en rapport avec certains phénomènes qu'on observe sur les cartilages

astiques. Toutefois il ne serait pas impossible que la croissance eût lieu alement de dedans en dehors; les fibres élastiques, en effet, sont loin être aussi rigides qu'on le croit généralement, elles présentent des phénomènes d'imbibition très-évidents et sont assez souvent colorés par le trate d'argent (Recklinghausen). Il est certain, du reste, que toutes les osses fibres élastiques ont commencé par être des fibres fines, et que aucoup de réseaux de fibres élastiques se transforment plus tard en ritables membranes élastiques, qui souvent ne présentent plus que de tites vacuoles.

Le tissu élastique complétement développé paraît n'être le siége que d'un hange de matière très-peu actif; du moins ce tissu, même réuni en andes masses, est-il, pour ainsi dire, privé de vaisseaux. Au contraire, ndant sa période de développement, il est assez bien pourvu de vaisaux. On ne connaît aucun fait de régénération du tissu élastique; mais s formations nouvelles de ce tissu se rencontrent assez fréquemment.

Les fibres élastiques se montrent rarement en grandes masses; mais les se trouvent très-souvent mêlées au tissu conjonctif, soit sous la rme de fibres isolées, soit sous celle de réseaux ou de membranes de verses sortes. C'est ainsi qu'on les rencontre également dans la subance fondamentale du cartilage élastique, et quelquefois en telle quanté, que certains de ces organes pourraient très-bien être considérés omme formés de tissu élastique. Comme *véritables organes élastiques*, il ut signaler :

a. Les *ligaments* et les *tendons élastiques*, dans lesquels le tissu élastique montre, pour ainsi dire à l'état de pureté, avec très-peu de tissu conjoncf, et presque sans vaisseaux ni nerfs. Ici se rangent les *ligaments jaunes* s vertèbres, le ligament cervical, certains ligaments du larynx, le ligaent stylo-hyoïdien, le ligament suspenseur du pénis, les tendons des uscles lisses de la trachée et des fibres du crémaster.

b. Les *membranes élastiques*, qui apparaissent, soit comme réseaux de bres, soit comme membranes fenêtrées, et qui se trouvent dans les tunies des vaisseaux, notamment celles des artères, dans la trachée et les ronches, et dans le *fascia superficialis*.

Relativement au développement des fibres élastiques, les avis étaient autrefois ès-partagés. L'hypothèse d'après laquelle les fibres élastiques fines procéderaient noyaux allongés, d'où le nom de *fibres de noyaux* (Gerber, Henle), fut, il est vrai, entôt abandonnée; d'autant plus longtemps se soutint l'opinion de Donders et irchow, qui voulaient que ce fussent les corpuscules de tissu conjonctif qui, en s'alngeant et en se soudant entre elles, donnent naissance aux fibres élastiques fines, roposition que j'ai admise moi-même ainsi que beaucoup d'autres anatomistes, et e, avec Donders, j'ai étendu même aux grosses fibres élastiques. Plus récemment, pendant, l'étude exacte du ligament cervical sur des embryons de mammifères m'a nvaincu de l'exactitude parfaite de cette idée, avancée d'abord par H. Müller (*Bau r Molen*, 1847, p. 62) et adoptée ensuite par Henle (*Jahresb.* de 1851, p. 39) t Reichert (*Müll. Arch.*, 1852, *Jahresb.*, p. 95), que les fibres élastiques ne prodent point de cellules. (Pour plus de détails à ce sujet, voyez § 22.)

Autrefois on rangeait également parmi les fibres élastiques ce qu'on appelait les *fibres enlaçantes*, formations fibreuses qui sont enroulées en spirale autour des faisceaux de tissu conjonctif de l'arachnoïde, de la peau, de l'épiploon, etc., et autour de quelques petits nerfs. Ces éléments, ainsi que je l'ai démontré (voy. plus bas), proviennent véritablement de cellules, et leur place n'est point ici, mais bien à côté des corpuscules de tissu conjonctif.

Dans ce paragraphe, j'ai rangé les membranes élastiques avec les réseaux de fibres élastiques, ce qui ne veut pas dire que toute membrane jouissant d'une certaine élasticité appartienne à cette classe. Il existe, à mon avis, deux espèces parfaitement distinctes de membranes élastiques : 1° celles qui, dès l'origine, se montrent sous la forme de membrane, telle que la membrane de Demours, la capsule cristalline, la lame élastique antérieure de la cornée, etc., et 2° celles qui ne sont d'abord que des réseaux de fibres, et qui ne passent que consécutivement à la forme membraneuse, le réseau devenant de plus en plus serré. Il n'est pas toujours facile, dans un cas spécial, de déterminer à laquelle de ces deux catégories appartient une membrane élastique : c'est ainsi, par exemple, qu'on peut hésiter à préciser la nature de la tunique élastique interne des vaisseaux, celle des tuniques élastiques externe et interne de la gaîne qui entoure la corde dorsale des poissons. Mais bien que les diverses membranes élastiques présentent de notables différences relativement à leur mode de développement, elles ont cependant toutes ce caractère commun qu'elles prennent naissance, par transformation chimique, dans une substance extra- ou intercellulaire, qui est le produit de l'activité des cellules.

Le tissu élastique se trouve, chez tous les animaux vertébrés, dans les mêmes parties que chez l'homme ; on le rencontre, de plus, dans quelques organes particuliers, tels que les ligaments des ongles du chat, la membrane de l'aile des mammifères, la membrane orbitaire du cheval et d'autres mammifères, les plis de la membrane de l'aile, les sacs pulmonaires, le jabot, le cercle ciliaire des oiseaux; puis, sous la forme de tendons, dans les muscles cutanés des oiseaux (moi) et dans les muscles abdominaux de la grenouille (Czermak). Chez les invertébrés, ce tissu semble être rare, et il n'est même pas certain que les ligaments élastiques qu'on y rencontre, comme, par exemple, ceux des acalèphes, de la substance interarticulaire du *Pentacrinus* (J. Müller), soient semblables, anatomiquement et chimiquement, au tissu élastique des animaux supérieurs. L'action de la lumière polarisée sur le tissu élastique a été étudiée par W. Müller (voy. à ce sujet le mémoire cité ci-dessus).

Bibliographie. — A. Eulenberg, *De tela elastica*. Berol., 1836. — Von Wittich, in *Virch. Arch.*, IX, p. 185. — Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, IX, p. 140. — E. Klopsch, in *Müll. Arch.*, 1857, p. 417. — A. Bandlin, *Z. Kenntniss d. umspinnenden Spiralfasern des Bindegewebes*, Zurich, 1858. — H. Müller, in *Würzb. nat. Zeitschr.*, I, 162. — Voyez, en outre, les mémoires cités §§ 22 et 26.

§ 26. **Tissu conjonctif.** — Les *parties élémentaires* qui composent le tissu conjonctif peuvent être distinguées en *essentielles*, ou ne manquant nulle part, et en *accidentelles*, ou ne se rencontrant qu'en certains endroits. Aux premières appartiennent le *tissu conjonctif proprement dit*, avec sa substance plus ou moins homogène ou fibreuse, et les *cellules de la substance conjonctive*, qui se rencontrent presque partout, sous telle ou telle forme, comme *corpuscules de tissu conjonctif* ou *cellules de cartilage*; parmi les secondes doivent être rangées les *fibres élastiques* de toute espèce, les *cellules adipeuses*, et d'autres cellules sans particularité déterminée. En outre, bien souvent le tissu conjonctif contient une quantité assez

; de *substance interstitielle*. Le tissu conjonctif proprement dit ement *fibreux* et se divise plus ou moins distinctement en lons ou *faisceaux de tissu conjonctif*, dont chacun, à son tour, un certain nombre de filaments très-déliés, ou *fibrille de tif*. Celles-ci se distinguent des fibres élastiques fines et des culaires, qui s'en rapprochent le plus par leur petit diamètre,), par leur couleur pâle, leur aspect homogène et le manque lles se réunissent, par l'intermédiaire d'une petite quantité ance unissante transparente, pour former ce qu'on appelle des esquels, sous bien des rapports, rappellent les faisceaux des iés, mais qui en diffèrent parce qu'ils manquent d'une enveculière comparable au sarcolemme, et que leur diamètre ne en de constant. Ces faisceaux sont ou bien des cordons allonnent onduleux, partout d'égale épaisseur, qui ne se relient pas t entre eux et qui, étendus parrallèlement à côté les uns des nent des *faisceaux secondaires* et *tertiaires* plus considérables es; ou bien ils s'unissent entre mière des réseaux élastiques et ns ces cas d'élégants réseaux, qui t ce que j'ai appelé le *tissu conforme*. En dehors de cette forme njonctif, il en existe une autre, dans laquelle on ne peut distinment ni faisceaux, ni fibrilles, ment un tissu étendu en forme ne ou accumulé en masses confinement granulé ou légère, voire même tout à fait homonsparent : c'est le *tissu conjoncne* ou *de Reichert*. Si ce tissu était mou, il conviendrait parde le ranger à côté de la subjonctive la plus simple; mais, nditions présentes, il vaut mieux ci, d'autant plus qu'il passe par le transitions au tissu conjonctif et qu'il paraît fournir de la géla coction.

s autres éléments qu'on rencone tissu conjonctif, je signalerai re ligne les *cellules de substance*, *corpuscules de substance conjonctive* de Virchow. On les ren-

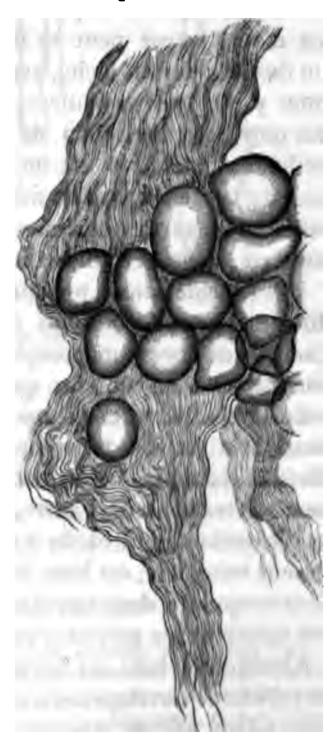


FIG. 32.

– Tissu conjonctif lâche de l'homme, renfermant des cellules adipeuses. — t de 350 diamètres.

contre particulièrement dans le tissu conjonctif condensé des tendons, ligaments, aponévroses ou membranes fibreuses; plus rarement dans les variétés lâches de ce tissu, bien qu'ils n'y fassent point défaut. Ils se présentent sous deux formes différentes, reliées entre elles par des formes intermédiaires : 1° comme cellules fusiformes ou étoilées unies entre elles; 2° comme éléments aplatis, très-irréguliers, unis entre eux par de nombreuses ramifications foliacées ou membraniformes. Dans l'une et l'autre forme, tantôt la nature celluleuse de ces éléments est encore conservée et les noyaux sont restés distincts, et tantôt les cellules ont plus ou moins complétement disparu, si bien qu'il en résulte, en définitive, des formations simplement fibreuses ou membraneuses. Quoi qu'il en soit, ces réseaux de corpuscules de tissu conjonctif ne se transforment jamais en substance élastique, et se dissolvent toujours rapidement dans les alcalis caustiques, aidés de la chaleur. — Pour ce qui est de leur distribution, les corpuscules de tissu conjonctif, dans les organes à fibres parallèles, sont toujours disposés à intervalles égaux entre les faisceaux de fibrilles, de telle façon que leur plus grand diamètre est parallèle à ces faisceaux. La même chose peut se dire des faisceaux anastomosés en réseau et du tissu conjonctif lâche, avec cette différence que la distribution des cellules y est moins régulière, et leur nombre variable suivant les régions. En outre, sur beaucoup de points, on trouve également des réseaux de cellules conjonctives ou de fibres provenant de ces cellules disposés autour de faisceaux plus ou moins volumineux. En somme, ces cellules constituent un accompagnement à peu près constant du tissu conjonctif et y sont en général régulièrement espacées, souvent à de faibles distances.

Des considérations presque identiques s'appliquent aux *fibres élastiques* fines et grosses. Toutefois il y a des formes de tissu conjonctif dans lesquelles ces fibres font complétement défaut, et là où elles se rencontrent, leur distribution et leur quantité sont de beaucoup plus variables que celles des cellules ci-dessus mentionnées. Une des formes extrêmes est constituée par du tissu conjonctif qui ne renferme que des réseaux de fibrilles élastiques très-fines, à mailles très-larges, comme dans les ligaments et les tendons; l'autre, par un tissu dans lequel, ou bien des réseaux de fibres élastiques et du tissu conjonctif presque pur alternent généralement ensemble, ou bien des réseaux de fibres très-serrés traversent le tissu conjonctif dans toute son épaisseur, comme dans la tunique externe des vaisseaux, le périoste, certaines muqueuses et la peau.

Abstraction faite du fibro-cartilage, dont il a été question plus haut, les *cellules de cartilage* sont, en somme, rares dans le tissu conjonctif et ne demandent pas de description plus détaillée. Les *cellules adipeuses*, au contraire, sont très-nombreuses dans le tissu conjonctif lâche, et lorsqu'elles s'y accumulent, elles constituent une variété particulière de ce tissu, le *tissu adipeux*. De plus, on trouve dans certaines régions, comme, par exemple, dans la peau du scrotum, chez tous les individus, un certain nombre de cellules délicates, généralement arrondies, qui sont dissémi-

nées entre les faisceaux, au voisinage des vaisseaux et des nerfs, et qu'on peut considérer comme des cellules formatrices du tissu restées à une phase plus embryonnaire du développement. Les *cellules pigmentaires* du tissu conjonctif, si nombreuses chez les animaux, peuvent être envisagées comme des corpuscules de tissu conjonctif chargés de matière colorante.

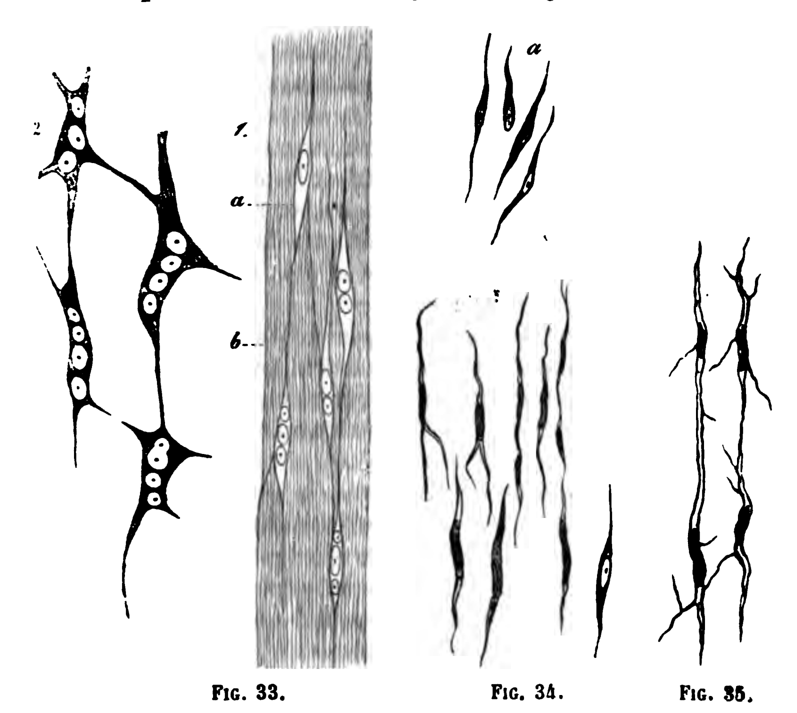


FIG. 33. FIG. 34. FIG. 35.

Une *substance interstitielle* existe, en faible quantité, dans toutes les formes du tissu conjonctif; mais, dans les formes compactes, sa présence ne peut être démontrée directement. Dans le tissu conjonctif lâche, au contraire, cette substance est souvent très-abondante, comme, par exemple, dans les formes gélatineuses (gélatine de Wharton, moelle des cartilages, etc.); elle ressemble alors parfaitement à celle de la substance conjonctive simple.

Sous le *rapport chimique*, le tissu conjonctif est assez bien connu. La

FIG. 33. — Pièce provenant du cordon ombilical d'un embryon de mouton long de 15mm,7 (grossissement de 350 diamètres). 1. Fragment présentant une substance intermédiaire fibrillaire et des cellules de substance conjonctive fusiformes et unies entre elles. — 2. Fragment qui contient encore de la substance interstitielle gélatineuse, et dont les cellules sont plutôt étoilées. — Dans les deux préparations, presque toutes les cellules sont à noyaux multiples.

FIG. 34. — Corpuscules de tissu conjonctif du tendon d'Achille (grossi de 350 diamètres). — *a*, d'un embryon de quatre mois; *b*, d'un embryon de sept mois. Dans ce dernier, quelques cellules sont soudées deux à deux ou trois à trois.

FIG. 35. — Cellules analogues du tendon d'Achille d'un nouveau-né, présentant une forme plus étoilée. — Grossissement de 350 diamètres.

substance conjonctive proprement dite fournit, par la cuisson dans l'eau, la gélatine ordinaire; elle contient, en outre, un liquide qui, en raison de sa petite quantité, n'a pas encore pu être étudié convenablement; on sait seulement qu'il renferme de l'albumine. Dans les régions où la substance conjonctive se trouve en masses un peu considérables, comme dans le tissu conjonctif gélatineux de l'adulte, on peut y démontrer facilement l'existence d'une grande quantité d'albumine et de mucus.

Le tissu conjonctif est utilisé dans l'organisme, suivant sa conformation, tantôt comme substance résistante et inextensible, tantôt comme soutien moelleux des vaisseaux, nerfs et glandes, et tantôt, enfin, comme tissu souple, remplissant les interstices et facilitant les déplacements des organes. Lorsque les éléments élastiques s'y trouvent en grande abondance, son rôle devient autre; de même, une grande quantité de cellules adipeuses ou de cartilage lui donnent une mollesse ou une résistance qu'il ne présenterait pas sans cette circonstance.

Le *tissu conjonctif de l'embryon se compose exclusivement, dans l'origine, de cellules arrondies.* Avec le temps, et de très-bonne heure, il se développe entre ces cellules une substance homogène, amorphe, qui, dans le principe, est de nature muqueuse et albumineuse, mais qui plus tard, et par un mécanisme qui n'a pas encore été élucidé, se transforme peu à peu en substance collagène. En même temps cette substance se divise en fibrilles, et devient ainsi la véritable substance fibreuse de ce tissu, où se développent encore plus tard des fibres élastiques plus ou moins nombreuses, suivant les régions. Par suite de l'apparition et de l'accroissement de la substance interstitielle, les cellules primitivement arrondies deviennent généralement fusiformes ou étoilées, s'anastomosent en forme de réseau, et constituent les corpuscules de tissu conjonctif. Ceux-ci, dans la suite, peuvent avoir un sort bien différent : ils peuvent disparaître complétement par places, ou se transformer en éléments spéciaux du tissu conjonctif condensé, ou, dépouillant leur nature celluleuse, devenir des fibres (fibres enlaçantes). Là où des cellules adipeuses se rencontrent dans le tissu conjonctif, une portion des cellules primordiales servent à les produire, et prennent cette forme par suite d'un dépôt de graisse dans leur intérieur. Dans le tissu conjonctif lâche, une portion de la substance interstitielle conserve son état amorphe primitif, et peut même s'accroître de telle sorte qu'on le trouve encore en partie dans le tissu complétement développé. Les faisceaux de tissu conjonctif, une fois formés, continuent à croître en longueur et en grosseur comme les fibres élastiques, jusqu'à ce qu'ils aient atteint les dimensions qu'ils présentent chez l'adulte. Il me paraît indubitable que, dans ce phénomène, le rôle principal appartient aux éléments celluleux, qu'on doit considérer comme les véritables agents de la nutrition dans le tissu conjonctif, et que, pour ce motif, j'avais appelés *cellules plasmatiques.* Le tissu conjonctif développé est presque sans vaisseaux là où il est pur, et se trouve placé, eu égard à l'échange de matière, dans un rang tout à fait inférieur; aussi, à part

certaines exceptions (cornée, par exemple), n'y a-t-il presque point de maladies de ce tissu. Il faut faire une exception pour certains organes formés de tissu conjonctif et riches en vaisseaux; mais les altérations dont ces organes sont susceptibles, ne dépendent point des conditions propres au tissu conjonctif lui-même; elles sont déterminées par les autres parties (glandes, épithéliums, vaisseaux, cellules plasmatiques et adipeuses, etc.), auxquelles ce tissu sert de support. Le tissu conjonctif et le tissu élastique sont ceux qui sont placés au dernier degré de l'échelle : aussi se reproduisent-ils très-facilement dans la réparation des pertes de substance ou dans l'accroissement des parties déjà existantes.

Les éléments du tissu conjonctif se combinent diversement entre eux; on peut distinguer les formes suivantes :

I. *Tissu conjonctif compacte* (*tissu conjonctif figuré,* Henle). Les éléments y sont intimement unis entre eux, de manière à produire des organes simples, dont la forme est nettement déterminée. Ici se rangent :

a. Les *tendons* et les *ligaments.* Ils se composent de faisceaux parallèles de tissu conjonctif, quelquefois unis entre eux à angle aigu, séparés et traversés par un certain nombre de corpuscules de tissu conjonctif anastomosés et de réseaux de fibres élastiques fines, très-régulièrement distribuées.

b. Les *membranes fibreuses.* Elles ne se distinguent des tendons et des ligaments que par l'entrelacement fréquent des faisceaux de tissu conjonctif, et par le nombre généralement plus considérable des fibres élastiques; elles comprennent :

1. Les *aponévroses des muscles*, qui ont plutôt la structure des tendons.

2. Les *périostes* et les *périchondres,* qui, par places, offrent énormément d'éléments élastiques.

3. Les *enveloppes blanches et serrées d'un grand nombre d'organes mous,* telles que la dure-mère, le névrilème, la sclérotique et la cornée, la membrane fibreuse de la rate et des reins, l'albuginée des ovaires, des testicules, du pénis et du clitoris.

c. Les *membranes séreuses.* Elles consistent en un tissu conjonctif riche en fibres élastiques fines, et dont les faisceaux anastomosés sont entrelacés diversement ou même forment des réseaux véritables; ce tissu peut aussi être homogène en partie, notamment à la surface de ces membranes.

d. Le *derme.* Il est constitué par un feutrage épais de faisceaux de tissu conjonctif, lequel, à la surface et dans les papilles, fait place à un tissu vaguement fibrillaire, parfois même homogène; il renferme un grand nombre de réseaux élastiques fins et gros, quelquefois aussi des cellules plasmatiques, avec de nombreux vaisseaux et nerfs.

e. Les *membranes muqueuses.* Elles sont composées essentiellement d'une couche fondamentale de tissu conjonctif, couche très-vasculaire et nerveuse, qui forme la membrane muqueuse proprement dite, et d'un tissu conjonctif sous-muqueux qui, dans l'intestin, a été appelé tunique nerveuse. La première a souvent la même structure que le derme; elle est seulement plus molle. Souvent elle est dépourvue de tissu conjonctif

fibrillaire et se compose de substance conjonctive réticulaire ou cytogène (voy. § 23) diversement configurée.

f. Les *tuniques des veines et des vaisseaux lymphatiques*, la *tunique adventice des artères* et l'*endocarde*. Ils consistent en un tissu conjonctif rigide, assez analogue à celui des membranes fibreuses, et en réseaux de fibres élastiques fines ou grosses, auxquelles des muscles lisses sont mêlés parfois dans les veines.

g. Les *membranes vasculaires*. Elles contiennent de très-nombreux vaisseaux, destinés à la nutrition d'autres organes, et sont formées tantôt de tissu conjonctif ordinaire, sans fibres élastiques (iris, pie-mère), et tantôt de tissu conjonctif homogène (plexus choroïdes, choroïde), auquel peuvent être joints, comme dans la choroïde, certains éléments spéciaux, à savoir, des cellules anastomosées, généralement plus ou moins remplies de pigment, et qu'on doit placer à côté des cellules plasmatiques du tissu conjonctif.

h. Les *membranes de tissu conjonctif homogène*. Dans nombre d'organes se trouvent des membranes dont l'aspect et quelques-unes des propriétés chimiques répondent à ceux du tissu conjonctif, mais qui, néanmoins, ne renferment ni faisceaux de tissu conjonctif, ni fibrilles distinctes, et paraissent plutôt homogènes. A cette catégorie appartiennent les gaînes transparentes qui souvent enveloppent un ou plusieurs faisceaux de l'arachnoïde, le névrilème de tous les petits troncs nerveux, la tunique externe de certains petits vaisseaux sanguins, la membrane hyaloïde. Parmi les membranes d'enveloppe des éléments glandulaires, je crois devoir ranger ici toutes celles qui contiennent des noyaux (ou des cellules plasmatiques), comme l'enveloppe des testicules, celles des follicules de Graaf et de certaines glandes en grappe ou utriculaires. Par contre, les *membranes propres* des glandes, qui sont homogènes et sans noyaux, et les membranes hyalines, ne me paraissent pas devoir être rattachées au tissu conjonctif (voy. à ce sujet § 15).

II. *Tissu conjonctif lâche ou aréolaire* (*tissu conjonctif amorphe*, Henle). Il consiste en un réseau mou formé de faisceaux de tissu conjonctif anastomosés ou diversement entrelacés; il se trouve en plus ou moins grande quantité entre les organes et leurs diverses parties, pour remplir les vides et comme moyen d'union. Ce tissu se présente sous deux formes:

1. Comme *tissu adipeux*, lorsque de nombreuses cellules adipeuses se rencontrent dans les mailles du tissu conjonctif, très-pauvre généralement en fibres élastiques et en cellules plasmatiques.

2. Comme *tissu conjonctif lâche ordinaire*, quand les cellules adipeuses sont peu nombreuses ou font complétement défaut.

Le *tissu adipeux* se trouve principalement dans la peau, à l'état de *pannicule graisseux;* dans les grands os longs, sous la forme de moelle jaune des os; dans la cavité orbitaire, autour des reins, dans le mésentère et les épiploons, autour des capsules articulaires, près des nerfs et des vaisseaux, et dans les muscles. Le *tissu conjonctif aréolaire ordinaire*, qui est

tantôt très-pauvre et tantôt très-riche en cellules plasmatiques et en fibres élastiques, se montre surtout abondant entre les divers organes du cou, de la poitrine, de l'abdomen et du bassin; sur le trajet des vaisseaux et des nerfs, et dans l'intérieur des muscles, des nerfs et des glandes. En certains endroits, comme dans le canal vertébral, dans la moelle des cartilages, dans la gélatine de Wharton du cordon ombilical, il revêt une *constitution gélatineuse* analogue à celle du tissu conjonctif très-lâche de l'embryon; dans ces cas, une humeur tantôt d'apparence séreuse, tantôt muqueuse et albumineuse, est épanchée dans les mailles circonscrites par les faisceaux de tissu conjonctif. Cette forme mérite d'être distinguée sous le nom de *tissu conjonctif gélatineux*, et se rapproche beaucoup de la substance conjonctive gélatineuse.

Dans les quatre classes d'animaux vertébrés, abstraction faite des tendons ossifiés des oiseaux, le *tissu conjonctif* est distribué à peu près comme chez l'homme. Chez les invertébrés, au contraire, il est généralement homogène (voy. § 23); rarement il est fibreux, comme chez les céphalopodes, dans le manteau des acalèphes, dans le pédicule des lingules et des cirripèdes, chez les échinodermes. Les cellules adipeuses s'y montrent aussi très-rarement avec la même abondance et la même extension que chez les animaux supérieurs. Le tissu conjonctif compacte est remplacé chez eux par une substance conjonctive d'apparence cartilagineuse, ou du moins très-compacte, par une substance composée de cellulose et par des parties calcaires ou cornées. Les parties formées de chitine qu'on rencontre chez les arthropodes ne sont point du tissu conjonctif, comme le prétend Leydig, mais bien des formations cuticulaires (voy. mon mém. sur ce sujet, in *Würzb. Verh.*, VIII, et E. Häckel, in *Müll. Arch.*, 1857).

Relativement à la *structure* du tissu conjonctif, il n'est plus besoin aujourd'hui de réfuter l'opinion de Reichert, qui veut que les fibrilles soient des produits artificiels; car aux connaissances acquises depuis longtemps, notamment celle de la facilité avec laquelle les fibrilles se démontrent et deviennent visibles sur des coupes transversales du tissu conjonctif compacte, sont venues s'ajouter nombre de circonstances découvertes par Henle, Rollett et W. Müller. D'après Henle (*Jahresb.* de 1857), les fibrilles s'isolent parfaitement quand on traite à plusieurs reprises et alternativement le tissu conjonctif par des réactifs qui le gonflent, puis le ratatinent de nouveau, comme l'acide nitrique et l'acide chlorhydrique étendu et concentré. Rollett obtint le même résultat en plongeant des parties conjonctives pendant six à huit jours dans l'eau de chaux, et quatre à six heures dans l'eau de baryte, procédé qui enlève la substance qui cimente les fibrilles. W. Müller, enfin (*Zeitschr. für rat. Med.*, 3ᵉ série, t. X), a montré que les agents qui n'altèrent pas la structure fibrillaire ne modifient pas davantage d'une manière appréciable les propriétés optiques (l'axe optique du tissu conjonctif est dirigé dans le sens de la longueur des fibrilles, et le tissu jouit positivement de la double réfringence), tandis que les substances qui semblent détruire toute structure et produire un aspect homogène, diminuent considérablement la double réfringence.

J'ai déjà fait connaître, dans le § 15, quelle est mon opinion sur la question du développement du tissu conjonctif en général; je me bornerai ici aux remarques suivantes. Dans l'opinion de Schwann, que je partageais autrefois, la substance fibrillaire du tissu conjonctif procède de cellules; cette opinion se fondait sur ce fait que dans le tissu conjonctif embryonnaire se rencontrent de belles cellules fusiformes, qui sont plus ou moins nettement striées, et qu'on peut facilement considérer comme marquant des phases du développement des faisceaux de tissu conjonc-

tif. Mais une étude suivie de ces cellules, chez l'embryon, m'a démontré que toutes ces cellules se continuent avec les éléments celluleux du tissu conjonctif développé, et appartiennent à la catégorie des cellules de substance conjonctive ou corpuscules de tissu conjonctif; tandis que la substance fondamentale fibroïde se montre originairement sous l'aspect d'une substance interstitielle amorphe. Des doutes sur l'exactitude de cette manière de voir ne pourraient être éveillés que par les cas dans lesquels des éléments celluleux du tissu conjonctif se transforment en un véritable canevas fibreux, paraissant de nature conjonctive. Quelque chose de semblable se voit dans les glandes folliculeuses, dont la charpente fibreuse, en effet, est considérée par Henle comme du tissu conjonctif; dans la rétine, où, d'après H. Müller, de belles cellules se transforment en réseaux de fibres sans noyaux, que H. Schultze regarde également comme du tissu conjonctif; enfin, dans les fibres qui enlacent les faisceaux de tissu conjonctif de certaines régions (fig. 36). Cependant j'ai montré que ces canevas et réseaux fibreux, au point de vue chimique, se comportent tout autrement que le tissu conjonctif, et que, d'autre part, les cellules dont elles dérivent indubitablement ressemblent aux corpuscules de tissu conjonctif. Je me crois donc parfaitement en droit de refuser à ces faits toute valeur démonstrative en faveur de la doctrine de Schwann.

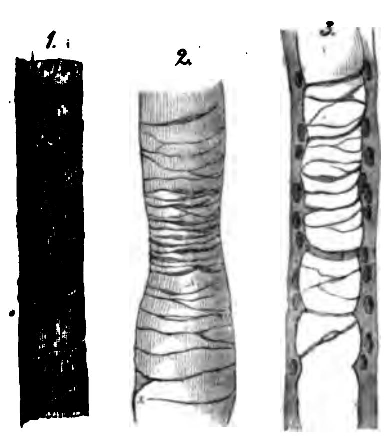


Fig. 36.

Bibliographie. — Zelinsky, *De telis collam edentibus* (diss.). Dorpati, 1852. — A. Rollett, *Unters. ü. de Structur des Bindegewebes*, in *Wiener Sitzungsber.*, t. XXX. — A. Baur, *Die Entwickl. der Bindesubstanz.* Tubingue, 1858. — J. Martyn, in *Beale's Arch. de médecine*, VI, p. 99. — M. Lieberkühn, in *Müll. Arch.*, 1860, p. 824. — A. Weismann, *Ueber den feinen Bau des menschl. Nabelstranges*, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 1860, t. XI, p. 140. — Heidenhain, in *Studien des Inst. in Breslau*, 1861, p. 196. — Bela Mashik, *Beitr. z. Kenntniss des Sehnengewebes*, in *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, t. XXXIV. — Voyez, en outre, les mémoires cités dans les paragraphes 22 à 25 et 27.

§ 27. **Tissu osseux.** — Sous le rapport morphologique, le tissu osseux consiste essentiellement en une *substance fondamentale* et en un grand nombre de petites cavités microscopiques, disséminées dans son intérieur. Ces cavités ont de 13 à 31 μ de longueur, 6 à 15 μ de largeur, et 4 à 9 μ d'épaisseur : ce sont les *cavités osseuses* (*lacunæ ossium;* corpuscules osseux des auteurs). La substance fondamentale, de couleur blanche, est tantôt homogène, tantôt finement granulée ou même fibreuse, très-souvent lamelleuse; sa combinaison intime avec des sels calcaires la rend dure et rigide. Les cavités osseuses sont généralement de forme lenticulaire et

Fig. 36. — Trois faisceaux de tissu conjonctif avec cellules plasmatiques enlaçantes, tirés de l'arachnoïde cérébral d'un nouveau-né, et traités par l'acide acétique (grossissement de 350 diamètres). — 1, faisceau dépourvu d'enveloppe, avec cellules plasmatiques peu nombreuses; 2, faisceau avec cellules nombreuses; 3, faisceau avec enveloppe de tissu conjonctif homogène, renfermant des noyaux.

communiquent les unes avec les autres par un très-grand nombre de prolongements très-fins, *canalicules osseux* (*canaliculi ossium*); quelques-unes s'ouvrent aussi, par l'intermédiaire de ces derniers, à la surface externe des os ou dans les espaces médullaires et vasculaires plus ou moins larges qui existent dans leur intérieur. Chaque cavité osseuse avec ses prolongements renferme une cellule étoilée, *cellule osseuse*, dont le contenu transparent joue un rôle dans la nutrition des os; en outre, dans beaucoup de cas, un noyau de cellule paraît se trouver dans les cavités osseuses, peut-être y est-il constant. Outre ces deux éléments principaux, les cellules et la substance fondamentale, qui existent dans tous les os des animaux supérieurs, on rencontre, dans la plupart des os, de nombreux *vaisseaux* et *nerfs*, très-souvent accompagnés d'une substance particulière qui les soutient, la *moelle des os*. Celle-ci est composée, soit de *tissu adipeux* ordinaire, soit de tissu conjonctif très-lâche, avec quelques rares cellules adipeuses et un grand nombre de cellules spéciales appelées *cellules médullaires*. Ces parties molles remplissent les grandes cavités creusées dans l'intérieur des os et dans la substance spongieuse; mais on les rencontre aussi, quelquefois du moins, dans les canalicules plus étroits qui parcourent la substance

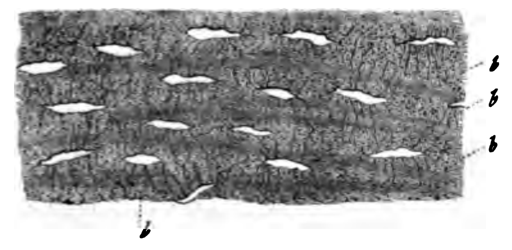


Fig. 37.

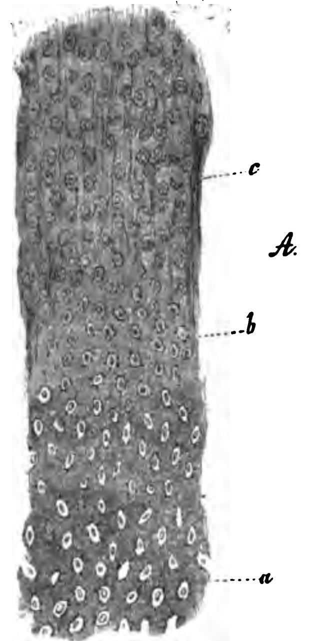
compacte, *canaux vasculaires* ou *de Havers*, qui s'ouvrent fréquemment à la surface externe ou interne des os.

La substance fondamentale des os résulte de la combinaison intime d'une substance collagène complétement identique à celle du tissu conjonctif, avec certains composés inorganiques, parmi lesquels le phosphate et le carbonate de chaux tiennent le premier rang. Les caractères chimiques des cellules osseuses sont encore peu connus; il est probable qu'elles contiennent surtout de l'albumine, de la graisse et des sels, comme le cytoplasme.

Les usages des os dans l'organisme dépendent de leur dureté et de leur solidité, propriétés qui leur permettent de servir de point d'appui et de moyen de protection aux parties molles; ils remplissent, en outre, certains

Fig. 37. — Petite portion d'une tranche perpendiculaire d'un pariétal (grossissement de 350 diamètres). — *a*, lacunes fournissant des prolongements pâles, visibles seulement en partie, et remplies de liquide comme à l'état naturel; *b*, substance fondamentale granulée. — Les régions striées indiquent les limites des lamelles.

usages spéciaux : c'est ainsi que les osselets de l'ouïe et les diverses parties du labyrinthe servent à conduire les ondes sonores.



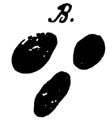


Fig. 38.

Le *développement* des os se fait de *deux manières*, par transformation des *vrais cartilages* ou par ossification du *tissu conjonctif ordinaire*. Dans les deux cas, ce sont des cellules, soit les cellules de cartilage, soit les cellules de tissu conjonctif, qui se changent en cellules osseuses, mais d'après deux types un peu différents. Quand un os naît d'un cartilage, ce dernier se transforme d'abord en une sorte de cartilage osseux, par suite du dépôt de sels calcaires dans sa substance fondamentale. En même temps, les capsules de cartilage donnent naissance, dans leur intérieur, à un essaim de jeunes cellules, et, s'unissant entre elles, produisent de larges cavités dont le contenu est constitué par ces cellules; ces dernières, dès lors, peuvent être appelées cellules médullaires, attendu qu'une portion au moins d'entre elles sert à produire les éléments de la moelle. Une autre portion, cependant, plus importante de cette descendance des cellules de cartilage (les ostéoblastes de Gegenbaur) se transforme en véritable substance osseuse, laquelle se dépose sur les portions incrustées de la substance fondamentale du cartilage; dans cette transformation, ainsi que je l'ai observé avec H. Müller, les cellules, se garnissant de prolongements, deviennent peu à peu des cellules osseuses étoilées, en même temps qu'elles sécrètent autour d'elles une substance homogène qui s'organise en substance fondamentale des os. Quand c'est du tissu conjonctif qui s'ossifie, comme dans le dépôt périostal des os et pendant le premier développement des os plats du crâne, ce tissu, contrairement à ce qui a lieu dans le cartilage, se change directement en os véritable, les cellules arrondies de la substance conjonctive devenant des cellules osseuses étoilées, tandis que la substance fibreuse, s'imprégnant de sels calcaires, se transforme en substance fondamentale de l'os. Il est à remarquer cependant que, dans ce cas, *une portion de la production osseuse primitive est de nouveau résorbée pour faire place à une formation secondaire*, qui naît de la moelle de ces os

Fig. 38. — Portion de la surface interne de l'os pariétal d'un nouveau-né (grossie 300 fois). — *a*, os avec des cavités, encore pâle et mou; *b*, bord de ce dernier; *c*, blastème d'ossification avec ses fibres et ses cellules; B, trois de ces cellules grossies 350 fois.

de la même manière que l'os véritable dans l'ossification du cartilage. Il s'ensuit de là que *la masse principale des os doit son origine aux cellules médullaires et à une substance homogène sécrétée par ces cellules et qui s'incruste de sels calcaires*, tandis que sur les limites de cette masse, au voisinage du périoste et du cartilage, il se conserve également des restes des formations primitives. Malgré la diversité des phénomènes qui précèdent l'ossification, on trouve donc une certaine unité dans le développement du tissu osseux. Outre le mode dont il vient d'être question, le tissu osseux peut naître encore, ainsi que Gegenbaur l'a fait remarquer avec raison, directement d'un tissu celluleux mou, sans avoir été précédé par le cartilage ou le tissu conjonctif : c'est ce qui a lieu, par exemple, pour les os de la face, chez les mammifères. Dans ce cas, les cellules se comportent comme les cellules formatrices de l'os dans les autres modes de formation. Enfin le cartilage peut, soit à l'état normal, soit à l'état pathologique, se transformer en un tissu incrusté de sels calcaires, avec cavités étoilées, provenant des cellules, tissu qui diffère peu de l'os véritable.

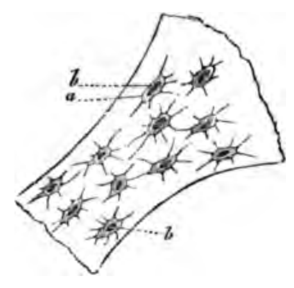


FIG. 39.

Ainsi que Virchow l'a fait voir le premier, on peut, sur des os dépouillés de leurs sels au moyen d'un acide ou d'un alcali, ou par la coction, isoler des éléments étoilés qui ont la forme et le volume des cellules osseuses, et qui, outre les cellules, présentent une capsule mince, mais résistante, de substance fondamentale, répétant exactement la forme de ces dernières, comme Neumann l'a montré il y a peu de temps.—Le *mouvement nutritif* est très-actif dans les os; il est entretenu tant par les vaisseaux du périoste qui les recouvre que par ceux de la moelle et des canalicules vasculaires, quand ils existent. Les os ont une grande puissance de régénération et se cicatrisent facilement; de grandes pertes de substance, voire même des os entiers, peuvent se réparer lorsque le périoste a été ménagé. D'après les recherches curieuses d'Ollier, ce dernier, même transplanté ailleurs, produit encore de l'os. Les productions osseuses accidentelles sont très-fréquentes.

Le tissu osseux se trouve : 1° dans les os du squelette, qui comprennent aussi les osselets de l'ouïe et l'os hyoïde; 2° dans les os du système musculaire, tels que les os sésamoïdes et les ossifications des tendons; 3° enfin, dans la croûte osseuse (*substantia osteoidea*) ou le cément des dents. Beaucoup de cartilages s'ossifient assez régulièrement dans un âge avancé : tels sont les cartilages costaux et ceux du larynx.

FIG. 39. — Fibre osseuse du fémur de l'homme, présentant des cellules osseuses et des noyaux très-évidents. — Traitée par l'eau bouillante et grossie 350 fois.

L'*ivoire* ou *os dentaire* peut être considéré comme une modification du tissu osseux, dans laquelle, au lieu de cavités osseuses isolées, il y a de longs canalicules, les *canalicules dentaires,* et qui présente aussi quelques différences sous le rapport chimique. L'histoire du développement de l'ivoire conduit à le considérer comme une substance osseuse dont les cellules s'allongent en fibres anastomosées entre elles par des branches déliées; cette manière de voir explique l'existence des intermédiaires nombreux qu'on observe, chez les animaux, entre le véritable ivoire et le tissu osseux (voyez, plus bas, les dents).

Chez les vertébrés, le tissu osseux est bien plus répandu que chez l'homme; on le trouve dans la *peau* (tatous, tortues, lézards, quelques batraciens, poissons), dans le *cœur* (os cardiaque des ruminants et des pachydermes, de l'*Emys europæa*, Bojanus), dans le *système musculaire* (os diaphragmatique du chameau, du lama, du hérisson, tendons ossifiés des oiseaux), dans l'*œil* (anneau sclérotical), dans le *nez* (os du groin du cochon et des taupes, os prénasal des paresseux), dans la *langue* (os lingual des poissons et des oiseaux), dans les *organes de la respiration* (os du larynx, de la trachée et des bronches de beaucoup d'oiseaux), dans les *organes génitaux* (os pénial des mammifères), dans le *système osseux* (os sterno-costaux des oiseaux et de quelques mammifères). Les cellules osseuses sont généralement, chez les animaux, les mêmes que chez l'homme; cependant il en est qui se font remarquer (poissons, amphibies) par leur longueur, d'autres par le faible développement de leurs prolongements (sclérotique du *Thynnus*, H. Müller). J'ai trouvé *des os sans cellules osseuses*, ou ce que j'ai appelé du *tissu ostéoïde* chez un très-grand nombre de poissons (presque tous les acanthoptérygiens et beaucoup de malacoptérygiens). Par contre, on y rencontre souvent de véritables canalicules dentaires. En outre, on trouve chez les poissons des formes spéciales de tissu osseux, notamment un tissu qui présente à la fois des canalicules dentaires et des cellules osseuses (écailles et os de beaucoup de ganoïdes).

Chez les invertébrés, on ne trouve nulle part des os véritables; ce qu'on a appelé les *squelettes calcaires* en tient lieu; ceux-ci consistent principalement en carbonate de chaux et en incrustations de tissus homogènes et de parenchymes cellulaires, et paraissent être des sécrétions calcaires qui se solidifient ou des dépôts de concrétions calcaires dans différents tissus. — La distribution des *dents* se borne aux trois classes connues d'animaux vertébrés. Chez les plagiostomes, les piquants de la peau ont une organisation tout à fait analogue à celle des dents.

Relativement à la *structure* des os, je ferai remarquer encore que les fibres spéciales qui, ainsi que Sharpey l'a trouvé chez l'homme, traversent les lamelles osseuses (*perforating fibres*, Sh.), sont très-communes, d'après mes observations sur les animaux, et se rencontrent notamment chez les poissons et les amphibies. Ce sont évidemment des faisceaux de tissu conjonctif qui ont le périoste pour point de départ, et qui tantôt sont incrustés de sels calcaires, et tantôt conservent leur souplesse.

Dans les os rachitiques, ainsi que l'ont démontré mes observations faites en 1847, et confirmées plus tard par Virchow, Rokitansky, H. Müller et par d'autres, les cellules de cartilage se transforment en productions spéciales, analogues aux véritables cellules osseuses, mais qui présentent cette différence qu'elles sont entourées des capsules de cartilage ossifiées; en même temps que les cellules de cartilage se changent en cellules étoilées, ou même plus tôt, il se développe dans ces capsules des canalicules poreux analogues à ceux qui se forment dans les cellules végétales lignifiées. Les déductions tirées de ces observations relativement à l'*ossification normale chez l'homme*, déductions admises par tous les histologues, ne sont point

fondées, suivant les recherches de H. Müller, attendu que, à l'état physiologique, les capsules de cartilage, comme je m'en suis assuré, ne participent nullement à la formation des cellules osseuses, et que même ce ne sont pas les cellules de cartilage qui se transforment en cellules osseuses, mais bien, le plus souvent, leur progéniture. Par contre, je ferai remarquer que, d'après mes observations, il y a des



FIG. 40.



FIG. 41.

cas, chez les animaux, où du cartilage, ou du moins un tissu tellement voisin du cartilage qu'il ne peut en être distingué, se transforme directement en véritable os à cellules étoilées; c'est ce qui a lieu dans l'ossification des bois du cerf, où, si j'ai bien observé, les cellules qui s'ossifient s'entourent de capsules, et ces capsules se perforent de canalicules capillaires avant que les cellules qu'elles renferment prennent la forme étoilée. Dans le cartilage incrusté de sels calcaires des plagiostomes, on rencontre également des formations qui ne diffèrent guère des cellules osseuses; enfin, j'ai trouvé dans le cément de l'*Hydrochœrus capybara* un tissu osseux qui, en raison de la petite quantité de substance fondamentale qu'il renferme (en certains points cette substance fait même complétement défaut), et des grandes cavités osseuses avec prolongements peu développés qu'elle présente, diffère à peine du cartilage incrusté de sels calcaires. Conséquemment, la ligne de démarcation que H. Müller a voulu tirer entre le cartilage incrusté et l'os véritable, me paraît aussi peu nette que celle que l'on avait tracée autrefois entre le tissu conjonctif et le cartilage.

Bibliographie.— Deutsch, *De penitiori ossium structura observationes* (diss.). Vrat., 1854. — Miescher, *De inflammatione ossium eorumque anatome generali. Accedunt observat. auct.* J. Müller. Berol., 1836. — Schwann, article KNOCHENGEWEBE, dans *Berl. encyclop. Wörterb. der med. Wiss.*, t. XX, p. 102. — Tomes, article *Osseous tissue*, dans *Cyclop. of Anat.*, III. — Kölliker, *Ueber Verknöcherung bei Rachitis*, in *Mittheil. der Zür. nat. Ges.*, 1847, p. 73. — H. Meyer, *Der Knorpl. u. s. Verknöch.*, in *Müll. Arch.*, 1849, p. 292. — A. Brandt, *Disquisit. de ossificat. processu.* Dorp., 1852.— Bruch, *Beitr. z. Entw. d. Knochensystems, Denkschr. d. Schweiz. nat. Ges.*, XII, 1653. — Virchow, *Das normale Knochenwachsthum und die rach. Stör. derselben*, in *Virch. Arch.*, V, p. 409.— J. Tomes and Campbell de Morgan, *Obs. on the struct. and developm. of Bone*, in *Phil. Trans.*, 1853, I, p. 109. — H. Müller, *Beiträge zur Kenntniss der Entwickl. d. Knochengewebes*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, IX, 3. — Black, *the Pathology of Tuberculous Bones*, in *Edinb. Med. Journ.*, 1859,

FIG. 40. — Six capsules osseuses en voie de développement, encore nettement délimitées d'avec la substance fondamentale, prises sur un os rachitique. — *a*, capsule simple; *b*, capsule composée, répondant à une capsule mère avec deux capsules filles; *c*, capsules semblables, résultant de trois autres. — Grossissement de 300 diamètres.

FIG. 41. — Fragment d'une tranche de cément de l'*Hydrochœrus*. — Grossissement de 350 diamètres.

p. 780. — Kölliker, *Ueber verschiedene Typen in der mikr. Struktur des Skelettes der Knochenfische*, in *Würzb. Verh.*, IX, p. 259; — *Ueber die grosse Verbr. d. perforating fibres von Sharpey*, in *Würzb. naturh. Zeitschr.*, I, 306. — H. Müller, *Ueber Sharpey's durchbohrende Fasern der Knochen*, in *Würzb. naturh. Zeitschr.*, I, 296. — *Ibid.*, t. IX, p. 29. — Lieberkühn, in *Müll. Arch.*, 1860, p. 824; 1862, p. 702; 1863, p. 614; 1864, p. 598; 1865, p. 404. — R. Mayer, in *Virch. Arch.*, t. XXVI, p. 358. — E. Neumann, *Beitr. z. Kenntn. d. norm. Zahnbein- und Knochengewebe*. Leipzig, 1865. — Ch. Robin, in *Journ. de l'anat. et de la phys.*, I, p. 514 et 577. — C. Gegenbaur, in *Jenaische Zeitschr.*, t. I, p. 343. — W. Waldeyer, in *Med. Centralbl.*, 1865, n° 8, et *Arch. f. mikr. Anat.*, t. I, p. 354. — *Unters. ü. de Entw. d. Zähne*, in *Königsb. med. Jahrb.*, t. IV, p. 236, et *Henle's Zeitschr.*, t. XXIV, p. 169. — L. Landois, in *Centralbl. f. d. med. Wissensch.*, 1865, n° 16, 18, et *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XVI. — Voyez en outre les travaux mentionnés p. 24 et 27, de Hoppe, Beneke et Aeby.

SECTION III

TISSU MUSCULAIRE.

§ 28. **Caractères généraux de ce tissu.** — Plus nous avançons dans l'étude des tissus contractiles, plus il devient évident qu'il est impossible de maintenir plus longtemps la distinction tranchée que l'on admettait autrefois entre les fibres musculaires lisses et les fibres musculaires striées, ou celles de la vie animale et celles de la vie végétative. En effet, les recherches faites dans ces dernières années ont montré que cette ancienne proposition : les éléments des muscles lisses des vertébrés répondent à une cellule unique, ceux des muscles de la vie animale à une série de cellules soudées entre elles, ne peut plus se soutenir, attendu que toutes les fibres musculaires striées des vertébrés, excepté celles du cœur des mammifères, ont la valeur de cellules simples. Nous savons de plus maintenant que les stries transversales et les fibrilles ne sont pas un attribut exclusif des fibres musculaires striées, attendu que de simples cellules très-courtes (endocarde des ruminants) ou des fibres-cellules conformées comme celles des muscles lisses présentent quelquefois des stries transversales (tronc artériel de la salamandre, cœur des amphibies nus et des poissons). — La *physiologie* n'est pas plus favorable à cette distinction; on ne saurait douter, en effet, que les différences essentielles qu'on observe dans le fonctionnement entre les muscles de la vie animale et ceux de la vie végétative, s'expliquent, non par la présence ou l'absence de stries transversales, mais bien par les rapports des muscles avec le système nerveux. Au *point de vue chimique*, enfin, on ne connaît aucune différence entre les divers éléments contractiles; il s'ensuit que l'on a toute raison de les réunir tous dans un même groupe. Toutefois il me paraît convenable, surtout en considérant l'homme et les animaux supérieurs, de conserver comme sous-divisions les deux sections citées, et de fonder la division principale sur le développement, que j'ai déjà mis en première ligne dans mes recherches sur les muscles lisses. En fait, s'il existe une grande diversité

de formes dans les éléments contractiles, il est évident cependant que leur grande majorité se partage en deux groupes : 1° les fibres courtes, unicellulaires, *qui ne renferment qu'un seul noyau*, et 2° les éléments généralement assez longs, à plusieurs noyaux, dont les uns (réseaux musculaires de la substance charnue du cœur et des invertébrés, fibres musculaires des arthropodes) doivent leur origine à la fusion d'un certain nombre de cellules, dont les autres, bien qu'ayant la valeur d'une cellule simple, représentent néanmoins physiologiquement, *en raison de leurs nombreux noyaux*, une série entière de cellules. Mais comme à la longueur des fibres et au nombre de leurs noyaux sont liées évidemment les différences les plus importantes entre les éléments contractiles, abstraction faite de leurs connexions avec le système nerveux, notamment cette particularité que, dans les uns, les moindres portions sont susceptibles de fonctionner isolément, tandis que les autres ne peuvent produire que des contractions totales, je me sens porté par là même à conserver comme sous-divisions du tissu musculaire : 1° celle *des cellules musculaires*, et 2° celle *des fibres musculaires*.

Dans la série animale, le tissu musculaire se montre sous des formes si diverses, qu'il est aisé de comprendre qu'il n'a pu s'établir d'accord jusqu'ici entre les auteurs relativement à l'importance anatomique de ces formes et à leur classification méthodique. Tandis que les uns, comme moi dans les éditions précédentes de cet ouvrage, cherchaient à combler l'abîme qui séparait les diverses formes des éléments musculaires, et à les réunir dans une conception unique, les autres insistaient davantage sur leurs différences, tels que Weismann, qui divise nettement le tissu musculaire en *tissu de cellules* et *tissu de faisceaux primitifs*. Dans un tel état de choses, il importe avant tout d'établir rigoureusement les faits pouvant servir de base, et, sous ce rapport, je ferai remarquer ce qui suit :

1° Les recherches de certains anatomistes, surtout les miennes et celles de Weismann, ont établi que toutes les fibres musculaires des arthropodes représentent des cellules à un seul noyau.

2° De même il est aujourd'hui suffisamment démontré que les cellules musculaires à noyau unique des animaux supérieurs et inférieurs n'ont pas toujours une structure identique, et que, au contraire, elles peuvent présenter intérieurement des différences non moins variées que les fibres musculaires striées.

3° Les fibres musculaires striées des vertébrés ont la signification de cellules simples à noyaux multiples, comme l'ont avancé d'abord, pour la grenouille, Prévost, Lebert, et surtout Remak, et comme je l'ai vérifié ensuite pour l'homme. Depuis lors les nombreuses recherches des auteurs modernes (Th. Schultze, Weismann, F. E. Schultze, C. O. Weber, Zenker) ont si largement confirmé cette opinion, qu'on peut également la considérer comme démontrée.

4° Outre les fibres musculaires à un ou plusieurs noyaux, qui ont la valeur de cellules uniques, il existe également des éléments musculaires formés de cellules soudées entre elles, et présentant la forme de *réseaux*. On trouve de tels réseaux : 1° comme *réseaux de fibres lisses*, chez certains animaux qui ne possèdent que des fibres musculaires à un seul noyau, cœur des mollusques, pied des échinodermes et cirres des annélides (moi) ; acanthocéphales et géphyrées (Schneider) ; 2° comme *réseaux de fibres striées*, chez les animaux qui ont des fibres musculaires à noyaux multiples (arthropodes, cœur des oiseaux et des mammifères) ; dans certains cas, on voit encore nettement, sur ces réseaux, les cellules dont ils se composent ; dans d'autres, ces cellules ne peuvent plus être distinguées. Quand cette dernière circonstance

se rencontre sur des fibres striées, comme, par exemple, dans le cœur des mammifères, les éléments de ces réseaux ressemblent, à s'y tromper, aux fibres musculaires unicellulaires et à noyaux multiples, bien que le mode de formation des deux espèces d'éléments soit différent.

5° D'après les recherches de Weismann, les fibres musculaires simples à noyaux multiples des arthropodes résultent également de la fusion d'un grand nombre de cellules, et, par conséquent, elles ressemblent à celles des vertébrés par la forme, mais non par le mode de développement. Cette opinion est évidemment fondée pour les muscles de quelques insectes étudiés par Weismann; mais je me permettrai de faire observer que, bien certainement, elle n'est pas vraie d'une manière absolue, car sur les canalicules de Malpighi de certains insectes, j'ai vu aussi des fibres musculaires striées, à noyau unique, non anastomosées.

Si nous résumons les faits les plus importants, concernant le tissu musculaire, que nous venons de passer en revue, nous trouvons la série morphologique suivante :

1. *Cellules musculaires simples, à noyau unique*, arrondies, fusiformes ou étoilées, avec ou sans stries transversales.

2. *Réseaux de cellules musculaires fusiformes ou étoilées*, dont les cellules sont nettes, avec ou sans stries transversales.

3. *Fibres et réseaux de fibres résultant de la fusion de cellules arrondies*, et dont les divers éléments ne sont plus distincts.

4. *Fibres musculaires striées allongées, à noyaux multiples*, répondant, au point de vue du développement, à des cellules simples, au point de vue physiologique, au contraire, à des séries de cellules.

Entre les formes 1, 2 et 3, il n'y a point de limites précises; la forme 4, au contraire, semble isolée en quelque sorte. On peut toutefois rappeler ici que 2-4 noyaux se rencontrent quelquefois dans les fibres-cellules des muscles lisses, et que, d'après Gastaldi, les fibres-cellules du cœur des oiseaux, avant de se souder entre elles, contiennent toujours plusieurs noyaux.

§ 29. **Tissu des cellules musculaires ou des muscles lisses.** — Les muscles lisses, de la vie végétative ou organique, consistent essentiellement en fibres microscopiques, généralement fusiformes, souvent divisées à leurs extrémités, assez longues, rarement courtes et larges, cylindriques ou légèrement aplaties, auxquelles j'ai donné le nom de *fibres-cellules contractiles* ou *musculaires*. Chacun de ces éléments a, en moyenne, 45 à 225 μ de longueur et 4 à 7 μ de largeur, et représente une cellule allongée, mais dans laquelle, à peu d'exceptions près (utérus gravide, invertébrés), il est impossible de reconnaître une différence entre le contenu et l'enveloppe. Les fibres-cellules sont formées d'une substance en apparence homogène, quelquefois finement granulée ou faiblement striée, au milieu de laquelle se trouve, sans exception, un noyau long et étroit, en forme de baguette, le plus souvent. Unies entre elles par une matière qui échappe à l'observation directe, elles constituent des cordons aplatis ou arrondis, *faisceaux* des muscles lisses, qui, à leur tour, sont réunis en masses plus grandes par une espèce de *perimysium*, enveloppe délicate formée de tissu conjonctif et de fibres élastiques fines; dans ces faisceaux secondaires se distribuent de nombreux *vaisseaux* et un nombre relativement petit de *nerfs*.

Sous le *rapport chimique*, les fibres-cellules des muscles lisses consistent en une substance azotée voisine de la fibrine, la *fibrine musculaire* ou *syntonine* (Lehmann), qui, d'après les connaissances actuelles, ne se dis-

iit de la fibrine du sang que parce qu'elle est insoluble dans une de nitre et dans le carbonate de potasse, tandis qu'elle se dissout ilement dans l'acide chlorhydrique étendu.

ractère physiologique des muscles lisses réside dans leur *contrac-* rice à laquelle ils favorisent singulièrement les fonctions des vis- t déterminent dans ces organes des modifications de forme qui, n de la petitesse des éléments contractiles, peuvent être tout à les.

veloppement de leurs éléments a lieu simplement par allongement les arrondies, dont le contenu tout entier se transforme en une ce homogène et contractile; rarement, dans nstances, une membrane de cellule distincte ne comme enveloppe de la fibre. Le *mouve- tritif* peut être regardé comme très-actif s muscles lisses, ce que démontrent surtout erches modernes sur le liquide qui les im- liquide qui, outre une certaine quantité d'a- ctique, d'acide acétique, d'acide butyrique, t de la créatine et de l'inosite; c'est ce que aussi la fréquence des hypertrophies (utérus) atrophies physiologiques ou pathologiques. re encore si les muscles lisses peuvent se ré- , et si leurs pertes de substance se réparent tissu analogue; au contraire, des produc- uvelles de ce tissu paraissent se rencontrer fois dans les tumeurs de l'utérus.

ssu musculaire lisse ne forme de gros mus- s aucun point du corps humain, comme cela par exemple, dans les muscles du périnée mmifères; il se trouve tantôt disséminé en isceaux dans le tissu conjonctif, tantôt sous e de *tuniques musculeuses.* Dans les deux cas, nte des faisceaux parallèles ou anastomosés aux; chez l'homme, il est uni, en divers en- t des *tendons formés de tissu élastique,* comme découvert le premier sur les muscles tra- et sur les muscles cutanés des plumes des . Sa distribution est la suivante :

ns le *canal intestinal,* le tissu musculaire lisse e. la *tunique musculeuse,* depuis la moitié re de l'œsophage, où les faisceaux lisses sont encore mélangés de

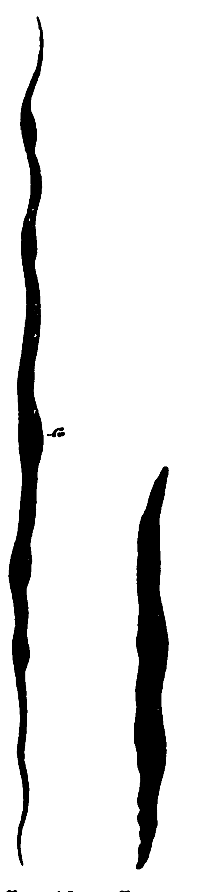


FIG. 42. FIG. 43.

2. — Fibre-cellule musculaire prise dans l'enveloppe fibreuse de la rate d'un chien, 350 fois.

3. — Fibre-cellule musculaire de l'intestin grêle de l'homme.

fibres striées, jusqu'au sphincter interne de l'anus; *b.* la *couche musculeuse de la tunique muqueuse*, depuis l'œsophage jusqu'à l'anus; *c.* des *faisceaux musculaires isolés* dans les villosités.

2. Dans les *organes de la respiration*, il y a une couche de muscles lisses dans la paroi postérieure de la trachée, couche qui accompagne les bronches jusque dans leurs plus fines ramifications, sous la forme d'une membrane complète à fibres annulaires.

3. Dans les *glandes salivaires*, ce tissu ne se trouve que dans le conduit de Wharton; encore y est-il rare et en couches incomplètes.

4. Le *foie* présente une couche musculaire complète dans la vésicule biliaire, et quelques rares fibres lisses dans le conduit cholédoque.

5. Chez beaucoup d'animaux, la *rate* possède, dans son enveloppe et dans ses trabécules, la variété musculaire dont il est question, mêlée à du tissu conjonctif et à des fibres élastiques.

6. Dans les *organes urinaires*, les muscles lisses se montrent dans les calices et dans le bassinet, et forment une couche complète dans les uretères et dans la vessie; mais ils ne se trouvent qu'en petit nombre dans l'urèthre.

7. Les *organes génitaux femelles* offrent des muscles lisses dans les oviductes, dans l'utérus, où leurs éléments se développent d'une manière extraordinaire pendant la grossesse et atteignent alors jusqu'à 500 μ de longueur; dans le vagin, dans les corps caverneux des parties génitales externes, et dans les ligaments larges, à divers endroits.

8. Dans les *organes sexuels mâles*, on en trouve dans le dartos, entre la tunique vaginale commune et la tunique propre, dans l'épididyme, dans le canal déférent, dans les vésicules séminales, dans la prostate, autour des glandes de Cowper et dans les corps caverneux du pénis.

9. Dans le *système vasculaire*, des muscles lisses se rencontrent dans la tunique moyenne de tous les vaisseaux, celle des petites artères surtout, dans celle de la plupart des veines et des lymphatiques, à l'exception des plus petits; dans les glandes lymphatiques (Heyfelder, His, Frey); enfin dans la tunique adventice de beaucoup de veines. Dans les vaisseaux de moyen calibre, les éléments sont partout des fibres-cellules fusiformes; dans les grosses artères, au contraire, ce sont des lamelles courtes, qui souvent ressemblent à certaines formes d'épithélium pavimenteux; dans les artères les plus petites, enfin, ce sont des cellules oblongues ou même arrondies, deux formes qu'on peut considérer comme des degrés inférieurs de développement.

10. Dans l'*œil*, les fibres lisses constituent le sphincter et le dilatateur de la pupille, le tenseur de la choroïde, et au voisinage de l'œil, le muscle orbitaire et les muscles palpébraux de H. Müller.

11. Dans la *peau*, enfin, sans parler du dartos, ce tissu se montre sous la forme de petits muscles annexés aux follicules pileux, dans le mamelon et son auréole et dans beaucoup de glandes sudoripares et cérumineuses.

Autrefois on croyait généralement que les éléments des muscles lisses étaient de longs rubans contenant de nombreux noyaux, et on les faisait naître, comme les fibres striées en travers, de la soudure d'un grand nombre de cellules rangées en séries. En l'année 1847, je fis voir qu'il n'en est pas ainsi, et que les éléments de ces muscles ne sont que de simples cellules modifiées; je démontrai en même temps que ces fibres-cellules contractiles existent partout où l'on avait admis jusqu'alors du tissu conjonctif contractile, et sur plusieurs autres points où elles n'avaient pas été soupçonnées. Ces données sont depuis longtemps généralement adoptées, ce à quoi ont contribué Reichert et Moleschott, par la découverte de réactifs qui permettent aux personnes les moins exercées d'isoler facilement les fibres-cellules, l'acide nitro-chlorhydrique au 5e et la soude caustique à 35 pour 100.

Les fibres-cellules contractiles existent dans les quatre classes de vertébrés; on les rencontre souvent aussi chez les invertébrés. Leur distribution est en quelque sorte spéciale chez les vertébrés; voici, en particulier, les régions où elles se trouvent : Dans la *peau des mammifères*, sur les follicules pileux et les épines, comme chez l'orang (moi), le hérisson et le porc-épic (Leydig), le chat, le rat, le lapin (H. Müller); chez la plupart des mammifères (Seuffert); dans la *peau des oiseaux*, sous la forme de petits muscles des plumes du contour, unis à des tendons de tissu élastique; dans l'iris des poissons, dans la *campanula Halleri* des poissons osseux (Leydig); dans la *membrane du tympan* de la grenouille (Leydig); dans la *vessie natatoire* des poissons; dans les *poumons* de la grenouille (moi), de la salamandre (Leydig), chez le triton (H. Müller), le *Menobranchus lateralis* (Eberth); dans le *mésentère* des plagiostomes, du *Gobius niger*, du *Psammosaurus*, de la salamandre, du *Siredon*, du *Lacerta agilis*, du *Testudo græca* (non pas chez la *Rana temporaria*, la *Ceratophrys dorsata*, le *Bufo variabilis* et le protée), et chez le *Lepostcrnon* (Leydig et Brücke); dans les utricules des glandes du cloaque de la salamandre (Leydig); dans beaucoup de glandes cutanées de la grenouille (Hensche); dans la peau du dos du *Pipa dorsigera* (Leydig); dans le canal pancréatique du bœuf (Tobien), du chat et de la carpe (Eberth); dans les *conduits biliaires* et le *foie* des poissons (Eberth); dans l'*enveloppe* et les *cloisons du testicule*, chez le pigeon, le canard, le lézard, la tortue (Eberth); dans les muscles du périnée des mammifères; dans l'*amnios* et l'*allantoïde* des embryons de poulet (Remak, moi, Vulpian); dans la *crête* du dindon (Leydig); dans le *cœur* des amphibies sans écailles et des poissons (Weismann, Gastaldi), mais non dans les cœurs lymphatiques de la grenouille (moi). Dans le cœur, où les éléments sont striés en travers, et dans le gésier des oiseaux, ces muscles sont d'un rouge vif et, pour ce qui est du dernier organe, en connexion avec des membranes tendineuses. — *Tous les invertébrés*, à l'exception des arthropodes, ne possèdent que des cellules musculaires à un seul noyau; c'est ce qui résulte des nombreuses observations d'Agassiz, Gegenbaur, Leuckart, H. Müller, moi et Weismann. Ces cellules, par conséquent, y constituent également les muscles volontaires, et l'on peut assez souvent distinguer en elles un sarcolemme (la membrane de cellule), un contenu strié dans le sens de la longueur, et un grand nombre de granulations interstitielles (voy. plus bas), ainsi que des stries transversales plus ou moins évidentes. On y a observé également des ramifications, et les anastomoses entre les cellules y sont fréquentes. Pour les éléments musculaires si remarquables des nématodes, voyez les travaux de A. Schneider, Weismann et Eberth.

Bibliographie. — Kölliker, *Ueber den Bau und die Verbreitung der glatten Muskeln*, in *Mittheil. der naturf. Gesellschaft in Zurich*, 1847, p. 18; *Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie*, t. I, 1849, et *Würzb. Verh.*, t. VIII, p. 109. — C. R. Walther, *Nonnulla de musculis lævibus diss.* Lips., 1851. — Ch. Rouget, *Recherches sur les éléments des tissus contractiles*, in *Gaz. méd.*, 1857, n° 1. — G. Meissner, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, II, 1858, p. 316. — A. Schneider, *Ueber die Muskeln und Nerven der Nematoden*, in *Müll. Arch.*, 1860, p. 224, 1864, p. 590. — Moleschott, dans ses *Recherches*, t. VI, p. 380. — Le même, et G. Piso-Borme, *ibid.*, t. IX, p. 1. —

R. Heindenhain, in *Studien d. phys. Instit. zu Breslau*, 1861. — A. Weismann, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XV, 1862, et t. XXIII. — G. Wagener, in *Müll. Arch.*, 1863, p. 211.

§ 30. **Tissu des fibres musculaires ou des muscles striés en travers.** — Les éléments de ce tissu consistent en *fibres musculaires* ou *faisceaux musculaires primitifs*, fuseaux allongés ou cylindres dont la plus grande longueur ne dépasse pas 2,7 à 4 centimètres, et la largeur 9 à 60 μ, et dont chacun se compose d'une enveloppe homogène, fine, élastique, *sarcolemme* ou *myolemme*, et d'un faisceau de *fibrilles* très-fines. Ces dernières sont généralement divisées régulièrement dans le sens transversal, de sorte qu'elles paraissent composées de nombreuses particules juxtaposées, ce qui donne aux fibres musculaires une apparence striée en travers; ou bien elles sont lisses, et alors les faisceaux primitifs ne sont striés que dans le sens de la

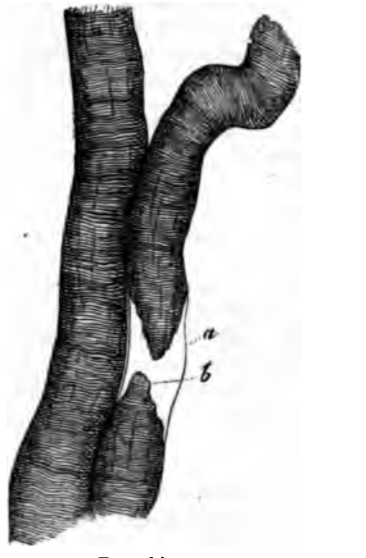



FIG. 44.

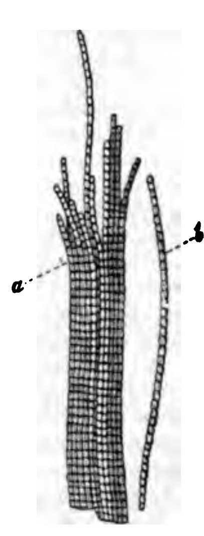


FIG. 45.

longueur. En dehors de ces fibrilles, les fibres musculaires contiennent une substance interstitielle homogène, peut-être fluide, servant soit à souder entre elles les fibrilles isolées, soit à entourer de petits faisceaux de fibrilles, pour former ce que j'ai appelé des *fascicules musculaires*, dont la section transversale forme ces espaces polygonaux bien décrits pour la première fois par Cohnhein. Dans cette substance interstitielle, se rencontrent de nombreux corpuscules transparents, disposés par séries entre les fibrilles (*granulations interstitielles*), et un nombre considérable de

FIG. 44. — Deux fibres musculaires de l'homme, grossies 350 fois : dans l'une, le faisceau de fibrilles *b* est rompu, et l'on voit le sarcolemme *a* sous la forme d'un tube vide.

FIG. 45. — Fibrilles primitives d'un faisceau musculaire de l'axolotl (*Siredon pisciformis*). — *a*, petit faisceau de fibrilles; *b*, fibrille isolée. — Grossissement de 600 diamètres.

noyaux arrondis ou allongés, qui, chez l'homme, à part les éléments du cœur, sont appliqués à la face interne du sarcolemme.

Les fibres musculaires, qui ne constituent des réseaux que dans le cœur des vertébrés supérieurs, se réunissent pour former des muscles et des membranes musculeuses. Cette réunion se fait de la manière suivante : elles se juxtaposent parallèlement les unes aux autres, et s'entourent d'un *perimysium*, enveloppe plus ou moins résistante fournie par le tissu conjonctif, et qui renferme toujours des fibres élastiques fines, souvent aussi des cellules adipeuses; des vaisseaux sanguins et des nerfs nombreux enlacent les faisceaux musculaires.

Sous le *rapport chimique*, la substance principale des fibres musculaires striées, c'est-à-dire les fibrilles, consiste en un principe albumineux solide, mais de faible consistance, et, d'après les recherches de Kühne, en un principe albumineux liquide, occupant probablement les interstices des fibrilles. Le sarcolemme est peu attaqué par les alcalis et par les acides; les noyaux offrent les caractères habituels de ces productions. On peut exprimer des muscles un liquide neutre, dans lequel Liebig et Scherer ont découvert une série intéressante de produits de décomposition du tissu musculaire, les uns azotés, les autres privés d'azote.

Les fibres musculaires striées jouissent à un haut degré de la *contractilité*, et peuvent produire, par suite de leur longueur, des effets très-considérables.

Ces fibres résultent simplement de l'allongement de cellules arrondies, qui, en certains points (cœur), se soudent ensemble, et dont le contenu se transforme en une substance demi-molle, pour se diviser ensuite en fibrilles. Une fois produits, les muscles grossissent en partie par l'allongement et l'épaississement de leurs éléments, avec multiplication rapide et continue des noyaux de cellule primitifs, en partie, paraît-il, par suite du développement de fibres nouvelles, lequel se fait par division des anciennes. A l'état de développement complet, elles jouissent d'un mouvement nutritif très-énergique, qu'annoncent déjà les produits de décomposition multiples dont il a été question tout à l'heure, aussi bien que cette circonstance, que lorsque la circulation est interrompue dans leur intérieur, leur contractilité s'éteint en très-peu de temps. Les blessures des muscles ne se cicatrisent jamais par une substance musculaire striée; mais on trouve quelquefois, bien que très-rarement, des productions accidentelles de ce tissu.

Le tissu musculaire strié se rencontre dans les parties suivantes :

1. Dans les *muscles du tronc* et des *membres*, dans les *muscles externes* de l'œil et dans *tous les muscles de l'oreille*.

2. Dans les *muscles de certains viscères*, qui sont : le larynx, le pharynx, la langue, l'œsophage (moitié supérieure), la terminaison du rectum (sphincter externe, releveur de l'anus), les organes génitaux bulbo- et ischio-caverneux, transverse de l'urèthre, transverse du périnée, crémaster, fibres musculaires des ligaments ronds).

3. Dans *certaines parties du système vasculaire*, à savoir, dans le cœur (même dans certaines cordes tendineuses, d'après Oehl) et dans les grosses veines.

Les éléments qui ont la signification de cellules musculaires à noyaux multiples ou de fibres musculaires sont très-répandus, mais ils ont souvent, même dans les muscles volontaires des vertébrés, une structure qui est notablement différente de celle de l'homme : tels sont ceux du *Petromyzon*, ceux de la ligne latérale des poissons osseux et de l'évent des plagiostomes (voy. à ce sujet les travaux de Stannius, *Götting. Nachr.*, 1857-58, et de Leydig).

Outre les régions connues, on trouve des fibres musculaires de la vie animale dans l'*œsophage* de quelques mammifères et des plagiostomes, dans l'*intestin* de la *Tinca chrysitis*, dans l'*estomac* du *Cobitis fossilis*, autour de la *glande à venin* des serpents, autour des glandes à musc des tortues et du crocodile (Peters) et dans l'*organe palatin contractile* des carpes; dans la *peau* des mammifères, oiseaux, serpents et batraciens sans queue (muscles dits cutanés), sur les *poils tactiles* des mammifères, dans les *cœurs lymphatiques* de beaucoup d'oiseaux et d'amphibies à écailles et de la grenouille (moi); dans la *valvule auriculo-ventriculaire* du cœur droit des oiseaux et de l'ornithorhynque ; dans la *veine cave inférieure* du phoque, immédiatement au-dessus du diaphragme ; dans les veines pulsatiles de la membrane interdigitale des chéiroptères (Wharton Jones, Leydig) ; dans l'*intérieur de l'œil* des oiseaux et des amphibies à écailles, autour des *glandes anales* et *de Cowper* des mammifères. Chez beaucoup de poissons, les noyaux interstitiels sont normalement remplacés par des granulations graisseuses qui, dans quelques cas, sont extrêmement abondantes et volumineuses. — Chez les invertébrés, tous les muscles des *arthropodes* appartiennent à cette catégorie : ainsi on trouve des muscles nettement striés dans le cœur, dans les parties génitales et dans l'intestin. Il est à remarquer cependant que, d'après les recherches de Weismann, les muscles de certains insectes résultent de la fusion d'un grand nombre de cellules. Quant aux autres invertébrés, la plupart de leurs muscles paraissent appartenir à la classe des muscles à un seul noyau. Néanmoins des recherches plus étendues devront être faites avant qu'on puisse établir à cet égard une distinction bien nette. Actuellement, il n'y a plus que les muscles striés du tronc des salpes qu'on puisse ranger avec quelque vraisemblance dans cette catégorie. Cependant il semble qu'il y ait également des cellules musculaires à plusieurs noyaux chez quelques nématodes (chez la *Spiroptera obtusa*, d'après A. Schneider).


FIG. 46.

Les *anastomoses réticulées des faisceaux musculaires primitifs*, connues déjà de Leuwenhoeck, et que j'ai découvertes de nouveau, paraissent être constantes dans le cœur de tous les vertébrés supérieurs. Chez les invertébrés, ces plexus sont surtout fréquents dans les organes végétatifs et de la génération (Hessling, Leydig, Gegenbaur, Leuckart) ; seulement, au lieu de fibres complétement développées,

FIG. 46. — Fibre musculaire de la langue de la grenouille, ramifiée à ses deux extrémités. — Faible grossissement.

il s'y trouve fréquemment des réseaux de cellules étoilées. Ce sujet, du reste, demande de nouvelles observations, attendu que Weismann a démontré que, de même que dans le cœur des poissons et des amphibies nus, dans celui de certains mollusques, les trabécules du réseau sont des faisceaux dec ellules à un seul noyau. Il est, au contraire, très-rare de rencontrer de simples ramifications des fibres musculaires comme nous en avons vu, Corti et moi, dans la langue de la grenouille; cependant on en a trouvé déjà en beaucoup d'endroits, comme dans l'*Artemia salina*, et dans le disque de la tête et du pied de la piscicole (Leydig), dans la queue des larves de grenouille (*Mikr. Anat.*, II, 1, fig. 25), dans la langue de quelques mammifères (Salter, Biesiadecki et Herzig), dans les muscles du tronc du cheval (Biesiadecki et Herzig), dans la lèvre du rat (Huxley), dans le museau du chien et du porc (Leydig), chez le *Lemanthropus Kroyeri* (Claus). J'ai vu des fibres musculaires avec des ramifications remarquables à leurs *deux* extrémités sur les vaisseaux sérigènes de la chenille du *Sericaria salicis*, où quelques-unes de ces fibres relient entre elles des circonvolutions du canal glandulaire (*Wurzb. Verh.*, t. III, p. 234). Biesiadecki et Herzig ont fait la même observation sur la langue de la grenouille (fig. 46), où ces fibres appartiennent évidemment à des *muscles internes* de la langue, qui, à ma connaissance, n'avaient pas encore été signalés.

Bibliographie. — W. Bowman, article *Muscle and Muscular Motion*, in *Todd's Cyclop. of Anatom.*, et *On the minute Structure of Voluntary Muscle*, in *Phil. Trans.*, 1840, II, 1841, I. — J. Holst, *De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie*. Dorp., 1846. — Leydig, in *Müll. Arch.*, 1856. — Kölliker, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, VIII. — Rollett, in *Wiener Sitzungsber.*, 1857, p. 291. — T. Häckel, in *Müll. Arch.*, 1857, p. 486. — E. Brücke, *Ueber den Bau der Muskelfasern*, in *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, juillet 1857; et *Denkschriften*, t. XV. — Böttcher, in *Arch. f. path. Anat.*, t. XIII, p. 227 et 402. — A. Herzig, in *Wien. Sitzungsber.*, t. XXX, p. 73. — A. Herzig et A. V. Biesiadecki, *ibid.*, t. XXXIII, p. 146. — C. J. B. Amici, in *Virch. Arch.*, XVI, p. 414. — T. Margo, *Neue Unters. üb. d. Entwickelung, d. Wachsthum, d. Neubildung u. d. feinern Bau d. Muskelfasern*. Vienne, 1859. — A. Weismann, *Ueber die Muskulatur des Herzens*, in *Müll. Arch.*, 1861, p. 41. — T. Margo, *Ueber die Muskelfasern der Mollusken*. Vienne, 1860. — O. Deiters, in *Müll. Arch.*, 1861, p. 393. — V. Vittich, in *Königsberg. medic. Jahrb.*, t. III, 1861, p. 46. — S. Martyn, in *Beal's Arch.*, 1862, p. 227. — Gastaldi, in *Würzb. naturw. Zeitschr.*, t. III, p. 6. — Aeby, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XIV, p. 182; t. XVII, p. 195. — Rouget, in *Journ. de la phys.*, 1862, p. 247. — W. Krause, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. VIII et IX. — Cohnheim, in *Virch. Arch.*, t. XXXIV, p. 606. — Schönn, *Anat. Unters.*, *im Ber. d. Muskel-und Nervengewebe*, 1864. — Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XVI.

SECTION IV

TISSU NERVEUX.

§ 31. **Caractères généraux.** — Les éléments constitutifs de ce tissu sont au nombre de deux : les *tubes nerveux* et les *cellules nerveuses*. Les tubes nerveux, *fibres nerveuses primitives*, *tubes primitifs*, tantôt *contiennent de la moelle*, et tantôt *n'en contiennent point*. Dans le premier cas, ils sont formés de trois parties : d'une enveloppe mince, homogène, renfermant des noyaux, c'est la *gaîne des tubes primitifs;* d'une fibre molle, mais élastique, placée à la partie centrale, *fibre centrale* ou *de l'axe* (*cylinder axis*, Purkynè; ruban primitif, Remak), et d'une couche blanche et visqueuse,

qui sépare les deux premières parties, la *gaîne médullaire*. Dans les *fibres sans moelle*, qu'on ne trouve, chez l'homme, que dans les expansions terminales (organes des sens, corpuscules du tact, muscles, muqueuses, cornée, etc.) et dans le grand sympathique, l'enveloppe anhiste, dont l'existence ne peut être démontrée partout, n'enferme qu'une substance transparente, homogène ou finement granulée, qui semble correspondre à la fibre centrale des autres tubes, et qui, en tout cas, peut être regardée comme son analogue, de sorte que cette seconde variété de fibres serait dépourvue de couche médullaire. — Les fibres nerveuses de l'une et l'autre espèce affectent des dimensions variables, ce qui permet de les distinguer en fibres *fines*, de 1 à 4 μ; fibres *moyennes*, de 4 à 9 μ; et fibres *larges*, de 9 à 20 μ. Tantôt elles *restent indivises dans tout leur trajet*, si bien qu'une même fibre s'étend du centre à la périphérie; tantôt elles se *divisent* en un nombre plus ou moins considérable de branches, principalement à leur extrémité terminale; tantôt, enfin, elles forment de véritables *anastomoses*, de vrais *réseaux*. — Outre ce mode de terminaison, on trouve aussi la terminaison par des *extrémités libres*, qui présente dans les divers organes des différences nombreuses, parmi lesquelles les plus remarquables sont celles où l'extrémité nerveuse est formée par une cellule plus ou moins métamorphosée (rétine, organe de l'ouïe, de l'olfaction; invertébrés).

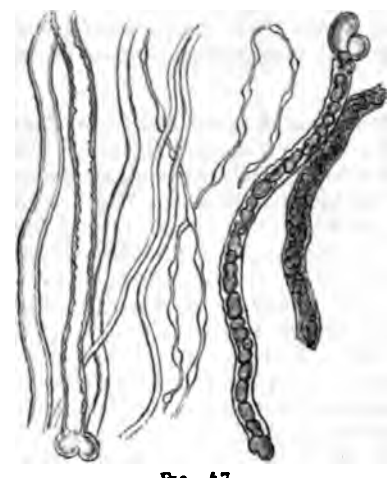


Fig. 47.

Toutes les fibres nerveuses sont unies à des cellules nerveuses, soit qu'elles naissent de ces dernières, soit que leur trajet soit interrompu par des cellules ganglionnaires intercalées. Ces *cellules nerveuses*, ou, comme on les appelle dans les ganglions, ces *cellules ganglionnaires*, *globules ganglionnaires*, jouissent des attributs ordinaires des cellules. Il est certain, cependant, que dans les gros centres nerveux elles sont dépourvues de membrane d'enveloppe; il en est de même des cellules des ganglions dans beaucoup d'animaux. Leur contenu est finement granulé, assez consistant et très-souvent mêlé de pigment; il renferme, sans exception, un beau *noyau* vésiculaire, muni d'un gros *nucléole*. Le *diamètre* des cellules nerveuses varie entre 12 et 90 μ. Quant à leur *forme*, elles se distinguent en rondes, piriformes, fusiformes et étoilées. La plupart des cellules nerveuses, peut-être toutes, émettent un, deux, trois, jusqu'à huit *pro-*

Fig. 47. — Tubes nerveux de l'homme, grossis 350 fois. — Parmi eux, quatre tubes fins (dont deux variqueux), un tube moyen, à simple contour, et quatre gros; de ces derniers, deux sont à double contour, et deux ont un contenu grumeleux.

longements et plus, lesquels tantôt se transforment, après un court trajet, en tubes nerveux pourvus de moelle, et tantôt montrent une plus grande indépendance, et, semblables de tous points aux nerfs sans moelle, s'étendent à de grandes distances, en se ramifiant un grand nombre de fois. On

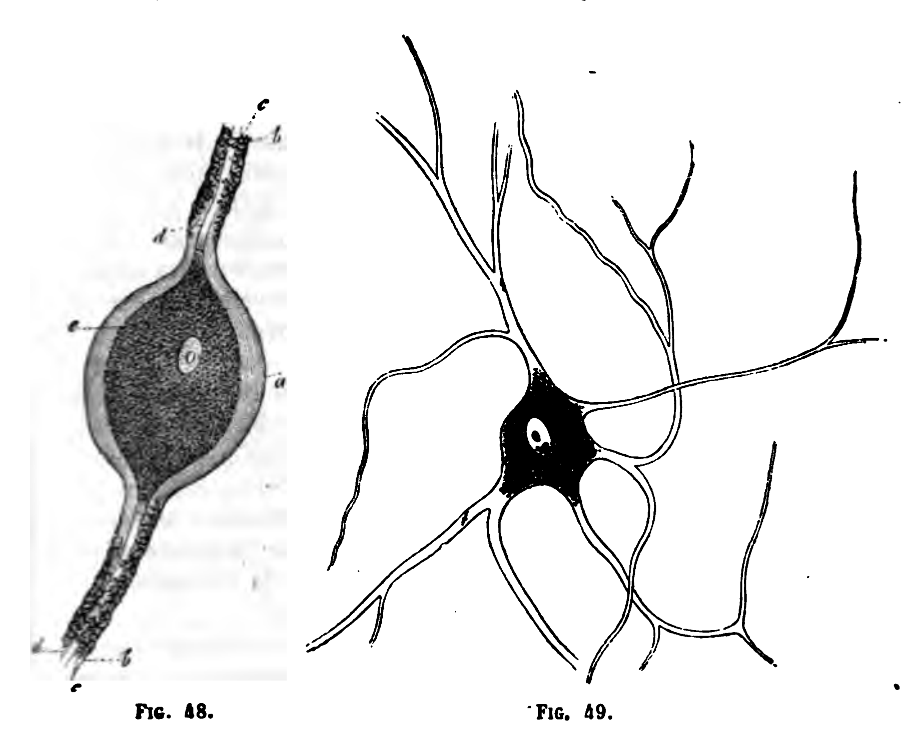


Fig. 48. Fig. 49.

n'est pas encore fixé sur la terminaison ultime de ces derniers prolongements; on ne sait si ces prolongements se terminent par des extrémités libres, ou en s'unissant avec des tubes nerveux, ou enfin en s'anastomosant avec des prolongements semblables; il ne paraît pas invraisemblable cependant que, suivant les régions, les trois modes indiqués puissent être rencontrés.

Les fibres et les cellules nerveuses se combinent entre elles, pour former deux tissus dont les formes extrêmes ont une structure très-différente, la *substance grise* et la *substance blanche*. Celle-ci constitue la *moelle blanche* ou *substance médullaire* de la moelle épinière et de l'encéphale, ainsi que les *nerfs;* elle se compose essentiellement de tubes nerveux réunis en fais-

Fig. 48. — Globule ganglionnaire (*bipolaire*) du brochet, dont les deux extrémités sont terminées en tubes nerveux à bords foncés (traité par l'acide arsénieux et grossi 350 fois). — *a*, enveloppe du globule ; *b*, gaîne nerveuse ; *c*, moelle nerveuse ; *d*, cylindres de l'axe qui se continuent avec le contenu *e* du globule ganglionnaire, lequel, en se rétractant, s'est écarté de l'enveloppe.

Fig. 49. — Cellules nerveuses de la substance grise du plancher du sinus rhomboïdal de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres.

ceaux ou entrelacés, d'un stroma de tissu conjonctif, et de vaisseaux sanguins; il faut ajouter à ces éléments, pour les nerfs périphériques, des enveloppes particulières formées de tissu conjonctif homogène et fibrillaire, et qu'on a appelées le *névrilème.* La *substance grise* se compose de cellules nerveuses et de fibres nerveuses en proportion variable; elle contient, en outre, dans toutes les régions, diverses formes de substance conjonctive, servant de support aux éléments nerveux, et dont la quantité relative est souvent considérable. Les tubes nerveux sont très-abondants dans la plupart des ganglions, dans la substance grise de la moelle épinière et dans ce qu'on a appelé les ganglions du cerveau; tandis que dans l'écorce grise du cerveau et du cervelet, la substance grise se montre, par places, presque sans fibres nerveuses. Elle renferme également des vaisseaux, beaucoup plus même que la substance blanche. Dans les ganglions périphériques, enfin, comme dans l'encéphale et la moelle, on rencontre, en outre, diverses formes de tissu conjonctif, servant d'enveloppe aux différentes parties.

Nous sommes loin d'être parfaitement renseignés sur la composition *chimique* des substances nerveuses. Dans la substance blanche, le cylindre de l'axe des tubes nerveux est formé d'un composé protéique très-analogue à la fibrine musculaire; la gaîne médullaire consiste principalement en graisses de diverses espèces, et l'enveloppe, en une substance analogue au sarcolemme. La substance grise contient surtout des principes albuminoïdes; on y trouve, en outre, des acides azotés, de la cholestérine, des graisses et des produits de décomposition azotés.

L'importance *physiologique* du tissu nerveux tient : 1° à ce qu'il préside aux mouvements et aux sensations; 2° à ce qu'il exerce une certaine influence sur les fonctions végétatives; 3° enfin, à ce qu'il sert d'intermédiaire aux facultés de l'âme. Tous les faits connus jusqu'ici autorisent à croire que dans l'exercice de ces fonctions, la substance grise joue le rôle le plus important, et que la substance blanche ne forme qu'un conducteur qui unit la substance grise aux organes.

Les cellules nerveuses se *développent* aux dépens des cellules formatrices ordinaires de l'embryon, tandis que les tubes nerveux proviennent des prolongements des cellules nerveuses, avec participation de certains éléments celluleux spéciaux, qui, en se confondant, forment la gaîne extérieure des fibres, et dans l'intérieur desquels la moelle se produit par un mécanisme encore peu connu. Le *mouvement nutritif* doit être très-énergique dans la substance grise, comme le prouve évidemment la grande quantité de sang qui y afflue; mais les produits de décomposition de ce tissu sont encore complétement inconnus. La substance nerveuse blanche se régénère assez facilement dans les nerfs périphériques, plus difficilement dans la moelle épinière. On a observé un *développement accidentel* de tubes nerveux dans quelques produits pathologiques; il paraît même (Virchow) que de la substance grise puisse se produire d'une manière anormale dans l'encéphale et dans l'ovaire.

Les organes composés de substance nerveuse sont : les *cordons nerveux*, les *membranes nerveuses* (rétine, organes électriques des poissons), les *ganglions*, la *moelle épinière* et l'*encéphale*.

On trouve des tubes nerveux contenant de la moelle chez la plupart des vertébrés, excepté le *Petromyzon* (Stannius) et les leptocéphalides (Kölliker). Toujours on rencontre à côté d'eux des tubes sans moelle, généralement aux mêmes endroits que chez l'homme; mais on en trouve aussi sur d'autres points, comme dans la peau des mammifères, dans l'organe électrique des poissons, dans le grand sympathique des plagiostomes (Leydig). Les nerfs des invertébrés, quand ils existent, ne contiennent que des tubes pâles, sans moelle, dont la structure rappelle souvent complétement celle des fibres embryonnaires d'animaux supérieurs, surtout en ce qui concerne l'existence de grands renflements à noyaux dans leurs expansions terminales. Cependant on y trouve aussi des formations qui rappellent les tubes à moelle des animaux supérieurs, comme dans les décapodes (E. Häckel) et dans les insectes (Leydig, Kölliker).

Bibliographie. — G. Valentin, *Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven*, in *Nov. Act. natur. curios.*, vol. XVIII, t. I. — Remak, *Observ. anatomicæ et microscop. de syst. nerv. struct.* Berol., 1838. — A. Hannover, *Recherches microscopiques sur le système nerveux*. Copenhague, 1844. — R. Wagner, *Neue Unters. über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Structur der Ganglien*, Leipzig, 1847, et *Neurol. Untersuchungen*, in *Gött. Anz.*, 1850-54. — Bidder et Reichert, *Zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern*. Leipzig, 1847. — Ch. Robin, in l'*Institut*, 1846, nos 687-690, et 1848, n° 733. — Kölliker, *Neurologische Bemerkungen*, in *Zeitschr. für wiss. Zoologie*, I, p. 135. Stilling, *Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle*, 1856. — E. Faivre, *Études sur l'histologie comparée du syst. nerv. chez quelques animaux inférieurs*. Paris, 1858, t. IV. — J. Lister and W. Torner, in *Quart. Journal of Microsc. Science*, oct. 1856, p. 28. — L. Mauthner, *Beitr. z. näh. Kenntniss der morphologischen Elemente des Nervensystems*, Wien, 1860. — Turner, *On the Struct. of nerve Fibres*, in *Quart. Journ. of Microsc. Sc.*, juillet 1860, p. 180. — J. Lockhart Clarke, *Obs. on the Struct. of Nerve Fibre*, ibid. — L. Beale, in *Arch. of Med.*, XI, p. 234; XII, p. 241; puis in *Quart. Journ. of Microsc. Sc.*, 1863, *Journ.*, p. 97, et *Proceed.*, p. 302. — *New Observ. upon the Struct. of the Nervous Centr.* London. 1864. — Waldeyer, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XX, p. 49. — J. Arnold, in *Virch. Arch.*, XXVIII, p. 433; XXXI, p. 1. — G. Walter, *Mikr. Studien ü. d. Central. nervens. wirbelloser Thiere*. Bonn, 1863. — R. Buchholz, in *Müll. Arch.*, 1863, p. 234 et 265. — P. Roudanowsky, in *Compt. rend.*, déc. 1864 et juin 1865; puis dans *Journ. de l'anatomie*, II, p. 225. — C. Fromman, in *Virch. Arch.* t. XXXI, p. 129; t. XXXIII, p. 168. — P. Owsjannikow, in *Mém. de l'Acad. de Petersb.*, t. VI, n° 10. — V. Hensen, in *Virch. Arch.*, t. XXX, p. 176; t. XXXI, p. 51. — Voyez, en outre, le *Manuel d'histologie comparée* de Fr. Leydig.

LIVRE II

HISTOLOGIE SPÉCIALE

CHAPITRE PREMIER

DU SYSTÈME CUTANÉ.

SECTION PREMIÈRE

DE LA PEAU.

ARTICLE Ier. — DERME.

§ 32. **Parties qui constituent la peau.** — La *peau* (*integumentum commune*) (fig. 50) consiste essentiellement en une couche interne, riche en vaisseaux et en nerfs, et formée principalement de tissu conjonctif : c'est

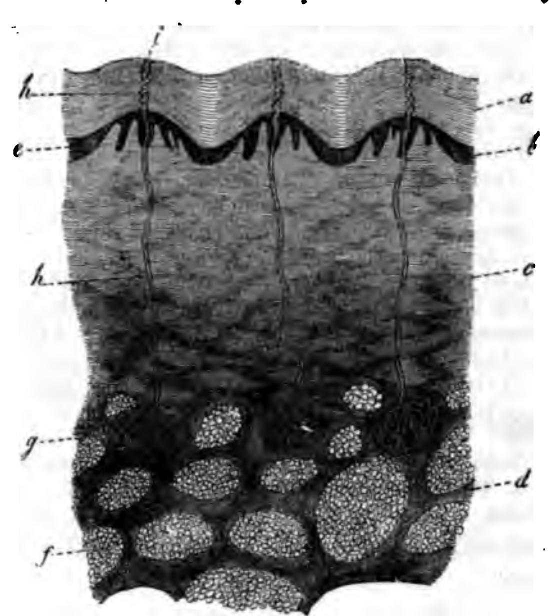


Fig. 50.

le *derme* (*cutis*, *derma*) (fig. 50, *c*, *d*); et en une couche externe, composée exclusivement de cellules : c'est l'*épiderme* (*epidermis*) (fig. 50, ***a***, ***b***); elle

Fig. 50. — Coupe verticale de la peau de la pulpe du pouce, passant à travers trois crêtes papillaires (grossissement de 20 diamètres).— *a*, couche cornée de l'épiderme ; *b*, sa couche muqueuse ; *c*, derme ; *d*, pannicule graisseux (portion supérieure) ; *e*, papilles du derme ; *f*, petits lobules adipeux ; *g* glandes sudoripares ; *h*, canal sudorifère ; *i*, pores de la sueur.

renferme, de plus, beaucoup d'organes spéciaux, glandulaires ou cornés.

Le *derme*, à son tour, se divise en deux couches : le *tissu cellulaire sous-cutané* (*tela cellulosa subcutanea*) (fig. 50, *d*), et le *derme proprement dit* (*corium*) (fig. 50, *c*), partie la plus importante de la peau, en raison de sa richesse vasculaire et nerveuse.

§ 33. **Tissu conjonctif sous-cutané** (*stratum subcutaneum*). — C'est une membrane assez dense, formée principalement de tissu conjonctif; dans presque toutes les régions du corps, elle renferme un nombre considérable de cellules adipeuses (fig. 50, *f*), déposées dans des espaces aréolaires particuliers, et apparait alors sous la forme d'une *membrane adipeuse* (*panniculus adiposus*) de 2 à 14 millimètres d'épaisseur. En certaines régions, cependant, comme, par exemple, à l'oreille, aux paupières, au scrotum, au pénis et dans les nymphes, ce tissu ne renferme que peu de graisse, ou même en est complétement privé. La couche la plus interne du tissu conjonctif sous-cutané, qui, au tronc et à la cuisse, représente une aponévrose assez dense, dépourvue de graisse, nommée *fascia superficialis*, recouvre des parties très-diverses, telles que les aponévroses d'enveloppe, le périoste et le périchondre, les muscles, certains amas graisseux profonds, parties auxquelles elle est unie tantôt très-lâchement et tantôt par des adhérences extrêmement résistantes. Ces adhérences s'observent particulièrement là où des tractus tendineux, des aponévroses ou des muscles se rendent à la peau, comme cela a lieu particulièrement à la face, au gland du pénis, sous les ongles, à la paume de la main et à la plante du pied. La face externe du tissu cellulaire sous-cutané, le plus souvent, adhère intimement au derme, notamment dans les régions où des follicules pileux s'enfoncent dans ce dernier, comme à la tête; au contraire, les membranes adipeuses un peu épaisses peuvent, en général, être séparées du derme avec assez de facilité.

§ 34. **Derme proprement dit** (*corium*). — Le derme est une membrane dense, peu élastique, formée également, en grande partie, de tissu conjonctif; dans les régions où il présente une certaine épaisseur, il se compose de deux couches, qui, il est vrai, ne sont pas nettement séparées l'une de l'autre, et qu'on peut désigner sous les noms de *portion réticulaire* et *portion papillaire*. La portion réticulaire du derme forme la couche la plus profonde de cet organe; elle présente l'aspect d'une membrane blanche, percée à jour comme un réseau, quelquefois nettement stratifiée dans ses couches les plus profondes; elle circonscrit des espaces aréolaires particuliers, plus ou moins larges, plus ou moins nombreux, qui contiennent les follicules pileux, les glandes de la peau et une assez grande quantité de graisse. La *portion papillaire du derme*, ou couche papillaire, est cette portion superficielle grise, rougeâtre, attenante à l'épiderme (fig. 50); son tissu dense et résistant contient la portion supérieure des follicules pileux et des glandes de la peau, ainsi que les expansions terminales des

vaisseaux et des nerfs cutanés. Mais ce qu'elle présente de plus important, ce sont les *papilles de la peau* (*papillæ corii*) (fig. 51), qui, eu égard à leur structure, se divisent en *papilles vasculaires* et en *papilles nerveuses*. Ce sont de petites élevures de la surface externe du derme, demi-transpa-

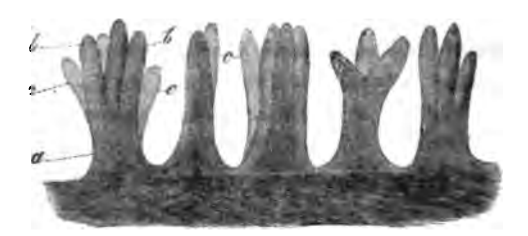


FIG. 51.

rentes, flexibles, mais néanmoins assez résistantes, dont la forme est généralement celle d'un cône ou d'une verrue, mais qui, en certaines régions, se terminent par plusieurs sommets pointus (papilles composées). Quant à leur position et à leur nombre, celles de la matrice de l'ongle, de la paume de la main et de la plante des pieds sont les plus nombreuses (E. H. Weber a compté sur une ligne carrée de la paume de la main 81 papilles composées, ou 150 à 200 petites papilles; Meissner en a trouvé 400 sur une ligne carrée de la face palmaire des doigts); elles y sont assez régulièrement rangées en deux séries principales, présentant chacune de 2 à 5 papilles dans le sens transversal, et disposées sur des éminences linéaires, les *crêtes* du derme, qui ont $0^{mm},2$ à $0^{mm},7$ de largeur et $0^{mm},1$ à $0^{mm},4$ de hauteur (fig. 52). Le trajet de ces séries, visible extérieurement sur l'épiderme, n'exige pas de description plus détaillée. Ailleurs les papilles sont disséminées sans ordre, tantôt très-rapprochées, comme sur les petites lèvres, le clitoris, le pénis, le mamelon; tantôt moins serrées, comme sur les membres, à

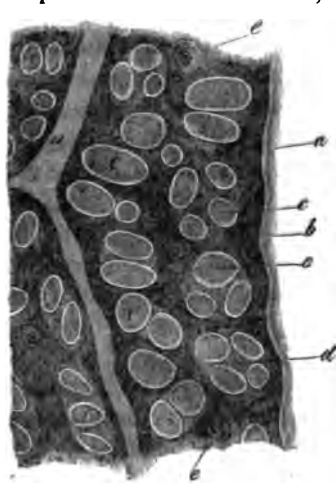


FIG. 52.

FIG. 51. — Papilles composées de la paume de la main, avec deux, trois ou quatre dentelures (grossies 60 fois). — *a*, base d'une papille; *b*, *b*, sommets distincts de cette dernière; *c*, *c*, sommets de papilles dont la base n'est pas visible.

FIG. 52. — Section horizontale à travers les sommets des papilles d'une crête entière et de deux moitiés de crête (grossissement de 60 diamètres). On y voit très-bien la coordination des papilles en séries correspondant aux crêtes du derme. — *a*, couche cornée de l'épiderme dans l'intervalle des crêtes, intéressée dans la section à travers le sommet des papilles, à cause de son trajet ondulé; *b*, couche de Malpighi de l'épiderme; *c*, papilles formant plus de deux séries: mais, comme toujours, plusieurs reposent sur une base commune; il n'y a cependant

l'exception des régions indiquées plus haut, au scrotum, au cou, à la mamelle, sur l'abdomen et sur le dos.

Les papilles ont des dimensions très-variables; leur longueur moyenne est de 55 à 100 μ. Les papilles les plus longues, qui ont 112 à 225 μ, sont celles de la paume de la main, de la plante des pieds et du mamelon, celles du derme sous-onguéal et des petites lèvres. Les plus petites, qui ont 35 à 55 μ de hauteur, se trouvent à la face, notamment aux paupières, au front, au nez, aux joues et au menton, où elles peuvent même manquer complétement ou être remplacées par un réseau de petites crêtes très-basses; sur la mamelle de la femme, elles ont 28 à 37 μ; au scrotum et à la racine du pénis, 35 à 55 μ. La largeur des papilles mesure ordinairement les trois quarts ou la moitié de leur hauteur. L'épaisseur du derme proprement dit varie entre 0^{mm},3 et 2^{mm},4, et comporte le plus souvent 0^{mm},56 à 1^{mm},70.

§ 35. **Structure du derme.** — Le derme est formé principalement de *tissu conjonctif* et de *tissu élastique;* il renferme, de plus, des *corpuscules de tissu conjonctif,* des *muscles lisses,* des *cellules graisseuses*, des *vaisseaux sanguins*, des *nerfs* et des *lymphatiques* en très-grande abondance.

Le *tissu conjonctif* du derme se compose de petits faisceaux cylindriques ou aplatis, ou de grosses travées et lames dont les unes s'anastomosent entre elles en forme de réseau, dont les autres s'entrecroisent dans deux ou plusieurs directions. La plupart des faisceaux sont parallèles à la surface du derme; néanmoins on rencontre aussi des faisceaux perpendiculaires, notamment ceux qui accompagnent les vaisseaux, les nerfs, les canaux glandulaires et les follicules pileux. Entre les lames de la membrane adipeuse existent des espaces plus ou moins considérables remplis de graisse; tandis que dans le *fascia superficialis* et dans le derme, les faisceaux sont étroitement unis entre eux, notamment ceux du derme, qui forment un tissu très-dense, en quelque sorte stratifié. — La structure fibreuse des papilles n'est pas évidente partout; elles offrent souvent l'aspect d'un tissu plus homogène, limité par une pellicule hyaline qu'il est impossible d'isoler complétement.

Les *bourses muqueuses sous-cutanées* ne sont autre chose que de grands espaces aréolaires, simples ou incomplétement cloisonnés, du tissu cellulaire sous-cutané, qu'on rencontre surtout au voisinage des articulations, du côté de l'extension. Leurs parois, lisses intérieurement, mais couvertes de nombreuses inégalités, sont formées de tissu conjonctif ordinaire; les bourses muqueuses sont dépourvues d'épithélium et renferment un peu de liquide visqueux et transparent.

Le *tissu élastique* se trouve en grande quantité dans presque toutes les parties du derme; généralement, cependant, il est moins abondant que le

que deux séries, pour ainsi dire, de papilles composées; *d*, couche de Malpighi entre les papilles qui reposent sur une base commune; elle paraît un peu plus claire à cause de sa moindre épaisseur; *e*, canaux sudorifères.

tissu conjonctif. Rarement il se montre sous la forme de *véritables membranes élastiques*, rappelant les réseaux artériels les plus serrés, comme cela a lieu dans le *fascia superficialis* de l'abdomen et de la cuisse; plus souvent c'est sous la forme de réseaux làches, à fibres fines ou grosses, comme dans le derme. Les papilles, notamment celles de la plante du pied et de la paume de la main, et le pannicule graisseux, ne possèdent que des fibres élastiques fines, souvent en assez grande abondance, mais qui peuvent aussi manquer complétement dans ce dernier tissu.

Les *corpuscules de tissu conjonctif* se rencontrent dans toutes les parties de la peau, voire même dans l'épaisseur des papilles, en quantités tantôt considérables, tantôt minimes. Ils se présentent ordinairement sous la forme de cellules fusiformes ou étoilées, anastomosées entre elles et disséminées entre les faisceaux de tissu conjonctif ou dans leur intérieur, ou au voisinage des vaisseaux, nerfs, glandes et follicules pileux; d'autres fois ils se montrent sous l'aspect de réseaux de fibres sans noyaux qui entourent les faisceaux de tissu conjonctif, et dont l'origine celluleuse n'est plus reconnaissable. Souvent, chez les animaux, ces cellules renferment des matières pigmentaires; rien de semblable ne parait exister chez l'homme, si ce n'est à l'état pathologique.

Les *muscles lisses*, d'après mes recherches, se rencontrent dans la peau bien plus souvent qu'on ne l'avait admis jusqu'à ce jour, à savoir :

1. Dans le *tissu cellulaire sous-cutané* du scrotum, qui leur doit les noms de *tunique charnue, dartos*; dans celui du pénis, y compris le prépuce, et de la portion antérieure du périnée. Leurs faisceaux jaunâtres, mesurant jusqu'à $0^{mm},75$ et même $1^{mm},12$, faisceaux dont les éléments ont été décrits dans le paragraphe 29, se trouvent en partie dans le voisinage des vaisseaux et des nerfs, en partie sont isolés dans le tissu conjonctif, et s'anastomosent entre eux pour former des réseaux. Le plus grand nombre de ces faisceaux marche parallèlement au raphé du scrotum et dans le sens de l'axe longitudinal du pénis; quelques-uns, cependant, affectent une direction transversale; ces derniers sont quelquefois assez volumineux, surtout dans le pénis. D'après Treitz (*Prag. Viertelj.*, 1853, t. I, p. 113), beaucoup de ces faisceaux sont munis de *tendons élastiques*, par lesquels ils s'insèrent à la face antérieure du pubis, au ligament suspenseur, au *fascia superficialis* et au *fascia lata*.

2. Dans l'*auréole du mamelon*, dont les muscles lisses sont développés surtout chez la femme, ils constituent une couche mince, circulaire, devenant de plus en plus épaisse vers la base du mamelon, et qu'on peut généralement distinguer déjà à l'œil nu à la largeur de leurs faisceaux, qui va jusqu'à 750 μ, et à leur apparence jaune rougeâtre, demi-transparente. Dans le *mamelon* lui-même, les fibres musculaires sont en partie circulaires, en partie verticales, et forment un réseau serré, à travers les mailles duquel passent les conduits excréteurs de la glande mammaire.

3. Les *muscles des follicules pileux* (*arrectores pili*, Eylandt), que j'ai le premier décrits, sont des faisceaux cylindriques ou aplatis, qui ont 45-220 μ

de largeur, et qui sont tous étendus à côté des glandes sébacées des follicules pileux; un faisceau, rarement deux, accompagne chacun de ces organes (fig. 53). Ils prennent naissance dans les couches supérieures du derme, immédiatement au-dessous de l'épiderme, se dirigent obliquement de dehors en dedans vers les follicules pileux, en embrassant les glandes sébacées, et s'insèrent aux follicules immédiatement au-dessous de ces glandes ou près de leur fond.

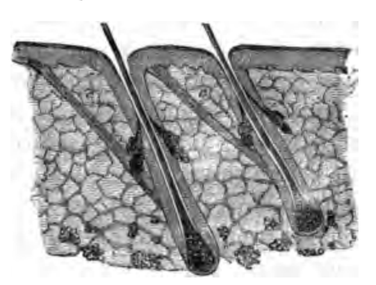


FIG. 53.

Suivant Meissner, on peut ordinairement rendre très-apparente la structure fibreuse des papilles en les soumettant à l'action de la potasse caustique. Sur des papilles traitées de cette manière, on reconnaît aussi que les fibres ne se recourbent pas en anses au sommet des papilles, et qu'elles se terminent, au contraire, par des extrémités libres, après avoir parcouru un tiers de la hauteur de la papille. Ces extrémités, d'après Meissner, peuvent aussi être vues sur des papilles fraîches, et se montrent tantôt sous la forme de petites dentelures garnissant le bord de ces éminences, tantôt sous celle de stries transversales très-régulières, mais qui ne sont pas distinctes sur toutes les papilles. J'ai vu très-nettement ces mêmes dentelures sur des papilles traitées par l'acide acétique; mais je les crois produites par un plissement de la couche extérieure homogène. Meissner veut que les fibres des papilles soient d'une nature spéciale; quant à moi, je ne vois aucun motif pour les séparer de celles du tissu conjonctif, attendu que les papilles ont les mêmes caractères chimiques que le reste du derme, entre autres celui de se dissoudre par la coction, en ne laissant que leurs cellules plasmatiques et leurs éléments élastiques.

Les faisceaux de tissu conjonctif du derme, d'après les excellentes recherches de Langer (*loc. cit.*), sont disposés en réseaux sous la forme d'un canevas régulier, tendu en surface et dont les mailles, dans la plupart des régions du corps, sont rhomboïdales et arrangées très-régulièrement.

Huxley et Busk (trad. de ma *Mikr. Anat.*, I, p. 111) ont trouvé à la surface du derme une couche transparente, à peu près amorphe, pourvue de noyaux. Virchow a rencontré également dans les couches les plus superficielles du derme sous-onguéal (*loc. cit.*) des noyaux qui s'étendent en partie dans la couche transparente superficielle et qui peut-être appartiennent à des cellules. Ces noyaux ne me sont pas inconnus; je crois devoir les rattacher aux corpuscules de tissu conjonctif dont il a été question plus haut.

§ 36. **Cellules adipeuses.** — Le siége principal de ces cellules est la membrane adipeuse. Elles n'y sont pas réunies en grandes masses; elles forment des pelotons plus ou moins considérables, qui remplissent les espaces aréolaires diversement conformés du tissu conjonctif (fig. 50, *f*). Chacun de ces pelotons jaunes, nettement limités à l'œil nu, *lobules graisseux* (ou petites grappes graisseuses), est pourvu d'une enveloppe spéciale que lui fournit le tissu conjonctif, et dans laquelle se distribuent les vais-

FIG. 53. — Section du cuir chevelu, montrant deux follicules pileux. — *a*, épiderme; *b*, derme; *c*, muscles des follicules pileux.

seaux sanguins destinés à la nutrition des cellules adipeuses. Tous consistent, soit en simples agrégations de cellules, soit en lobules de plus en plus petits, dont chacun à son tour est entouré d'une membrane délicate de tissu conjonctif. Le nombre de ces lobules secondaires varie suivant le volume du peloton graisseux. Suivant Todd et Bowman, chaque cellule en particulier aurait aussi son revêtement spécial, pourvu de vaisseaux; ce fait peut être vrai dans quelques cas, mais bien certainement il n'est pas général. Dans le derme, les cellules adipeuses occupent de préférence les couches profondes et le voisinage des follicules pileux; elles font complétement défaut dans le corps papillaire. Chez les individus qui ont un tant soit peu d'embonpoint, les cellules adipeuses sont toujours (fig. 54) des vésicules rondes ou ovales, de 22 à 135 μ de longueur, à contours foncés; elles sont remplies d'une graisse liquide, jaune pâle, et réunie en une seule goutte, avec un noyau pariétal, difficile à mettre en évidence (fig. 55). Chez les individus amaigris, au contraire, on ne trouve presque pas de cellules de cette espèce; on n'y voit que des formes de cellules qui s'éloignent plus ou moins des précédentes; ce sont :

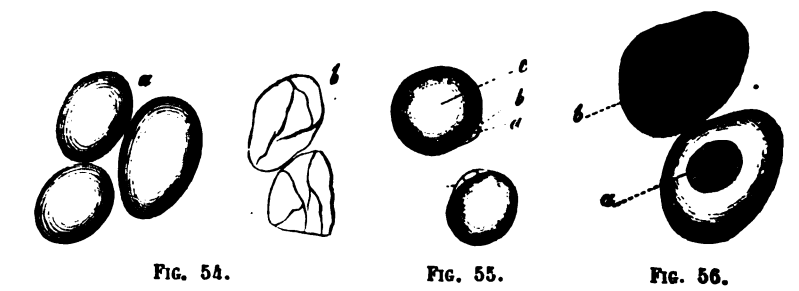


FIG. 54. FIG. 55. FIG. 56.

1. Des *cellules granuleuses*, avec une foule de gouttelettes graisseuses; cette forme se trouve dans les lobules adipeux d'un blanc jaunâtre.

2. Des *cellules adipeuses contenant du sérum*, qu'on rencontre dans les lobules d'un jaune ou d'un brun rougeâtre; la graisse de ces cellules a disparu plus ou moins complétement et se montre sous la forme d'un globule unique de couleur foncée; elles contiennent, en outre, un liquide transparent et un noyau distinct; leurs dimensions sont notablement plus faibles que celles des cellules normales (22 à 35 μ).

3. Des *cellules sans graisse, qui ne contiennent que du sérum*. Elles ont un noyau distinct et une membrane mince ou épaissie, et se voient dans

FIG. 54. — Cellules adipeuses normales de la mamelle (grossies 350 fois). — *a*, sans réactifs ; *b*, traitées par l'éther, qui a enlevé la graisse et laissé seulement l'enveloppe mince et plissée.

FIG. 55. — Deux cellules adipeuses tirées de la moelle du fémur de l'homme. — *a*, noyau; *b*, membrane de cellule; *c*, goutte de graisse. — Grossissement de 350 diamètres.

FIG. 56. — Cellules graisseuses renfermant des cristaux de margarine (grossies 350 fois). — *a*, cellule qui contient une étoile formée d'aiguilles cristallisées, comme on en trouve quelquefois dans la graisse normale; *b*, cellule entièrement remplie de cristaux, prise dans un lobule graisseux blanc d'un individu émacié.

le tissu adipeux d'aspect gélatineux, ainsi que dans les cas d'œdème.

4. Enfin, des *cellules adipeuses à cristaux*, qui tantôt renferment, à côté d'une goutte huileuse, une à quatre étoiles de graisse cristallisée en aiguilles (cristaux de margarine), et tantôt sont remplies entièrement d'aiguilles cristallines. Les premières se rencontrent au milieu des cellules normales; les dernières ne se voient que dans la graisse blanche. D'après le docteur Roscher, de Norvége, il serait possible de produire *artificiellement* de ces cristaux dans toutes ou presque toutes les cellules adipeuses, en les soumettant à la dessiccation; il est assez vraisemblable que ceux que l'on trouve sur le cadavre ne se sont formés qu'après la mort. Robin et Verdeil ont vu se former des cristaux de margarine dans les yeux du lait chaud, pendant le refroidissement (*Chim. anat.*, tab. XLV, fig. I, K, L).

Les cloisons qui séparent les lobules de graisse de la plante du pied sont formées, suivant Dursy (*Zeitschr. f. rat. Med.*, nouv. série, VI, p. 339) de deux lames tapissées d'espace en espace, aux points de contact, d'un épithélium (*faux épithélium*).

§ 37. **Vaisseaux de la peau.** — En traversant le tissu cellulaire sous-cutané, les artères qui se rendent à la peau donnent des ramuscules nombreux aux follicules pileux (voy. plus loin), aux lobules de graisse, aux muscles lisses, ramuscules qui forment des réseaux capillaires très-fins, ordinairement à larges mailles, rarement à mailles étroites, comme dans les lobules graisseux (fig. 57). Un peu plus haut elles fournissent aux glandes sudoripares et sébacées, donnent quelques rares expansions terminales aux parties profondes du derme (*pars reticularis*), et pénètrent enfin jusque dans la portion la plus superficielle de la couche papillaire, et dans les papilles elles-mêmes, pour s'y résoudre en un réseau capillaire serré, à mailles étroites. Partout où existent des papilles, ce réseau se compose de deux portions distinctes : 1° d'un plexus horizontalement étendu immédiatement au-dessous de la face interne de l'épiderme; ce plexus présente des mailles larges, formées de vaisseaux qui ont 11 à 22 μ, et

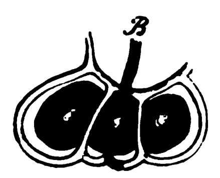




FIG. 57.

FIG. 57. — *Vaisseaux des cellules adipeuses.* — A, vaisseaux d'un petit lobule adipeux, grossis 100 fois : *a*, artère ; *b*, veine. — B, trois cellules adipeuses avec leurs capillaires, à un grossissement plus fort, d'après Todd et Bowman.

des mailles étroites, dont les capillaires n'ont que 6 à 11 μ; — 2° d'une f d'anses vasculaires qui s'élèvent vers la surface, et qui donnent des meaux aux papilles. Ces a sont formées par des vaiss plus ou moins volumineu ont 6 à 9 μ dans la plu des régions; 9 à 22 μ et à la plante des pieds et paume de la main, d'a Meissner). A part cert exceptions (voy. § 41), le pilles vasculaires seules sèdent de ces anses de c laires (fig. 58), les pap simples une anse unique, les papilles ramifiées des anses multiples. cées soit au voisinage de l'axe, soit plus près de la superficie, les a s'élèvent jusqu'au sommet des papilles, en formant, ainsi que leurs b ches, des ondulations tantôt légères, tantôt très-fortes, ou en s'enrou en spirale.



Fig. 58.

Les *troncs lymphatiques* sont faciles à reconnaître et très-nombreux le tissu cellulaire sous-cutané; divers anatomistes, Haase, Lauth, Fohn et autres, tout récemment aussi Teichmann (*Das Saugadersystem*, 1 ont démontré l'existence de vaisseaux lymphatiques dans le derme au m d'injections de mercure et de substances colorées (Teichmann). Tous s'ac dent à dire que ces lymphatiques forment, dans les portions les plus su ficielles du derme, un réseau extrêmement serré, composé de vaiss très-fins, qui, d'après Krause (*loc. cit.*, p. 111), ont 110 à 150 μ, d'a Teichmann 18 à 54 μ, réseau qui, par sa face profonde, se continue ave réseau à larges mailles, formé de vaisseaux plus gros. Teichmann est venu à démontrer que du réseau superficiel partent, dans certaines rég notamment à la main et au pied, des capillaires lymphatiques qui p trent dans les papilles et qui s'y terminent en cæcum vers le milieu de hauteur. Ce réseau et ses prolongements papillaires constitueraient, vant Teichmann, les véritables origines des lymphatiques de la peau premier, quoique très-superficiel, est plus profondément situé qu capillaires sanguins les plus ténus; il est disposé de telle sorte que, pa où la peau présente des sillons, les rameaux principaux du réseau occu ces sillons. Le réseau profond, dont les vaisseaux mesurent 94 à 1 (Teichmann), siége dans la couche la plus profonde du derme, et com nique généralement par des branches obliques avec le réseau superf Les valvules ne commencent à se montrer que dans les branches qui sent du réseau profond et qui ne tardent pas à passer dans le tissu

Fig. 58. — Vaisseaux des papilles d'une crête dermique entière et de deux demi-c d'après Berres.

jonctif sous-cutané. Celui-ci, d'après Teichmann, ne possède point de lymphatiques propres, qu'il renferme ou non de la graisse. Il en est de même, suivant le même anatomiste, des glandes sudoripares et sébacées, ainsi que des follicules pileux.

§ 38. **Nerfs de la peau.** — Etudiée dans ses couches voisines de l'épiderme, la peau, notamment celle de certaines régions, est un des organes du corps humain les plus riches en nerfs; d'autre part, vue dans ses couches profondes, elle est remarquable par sa pauvreté nerveuse. Dans le pannicule adipeux et dans le *fascia superficialis*, on ne connaît jusqu'ici d'autres nerfs que ceux qui traversent ces parties, en s'y ramifiant, pour se rendre dans le derme, ou pour se distribuer aux follicules pileux, aux glandes, aux muscles lisses et aux corpuscules de Pacini; nous aurons à revenir plus loin sur ces nerfs. Quant au *derme* lui-même, les branches nerveuses pénètrent dans les espaces aréolaires de sa face profonde, s'y ramifient de plus en plus, mais sans fournir d'expansions terminales, et gagnent le voisinage de sa portion papillaire; là elles s'anastomosent fréquemment entre elles, immédiatement au-dessous des papilles, et forment des plexus terminaux plus ou moins riches, dans lesquels on peut distinguer parfaitement des portions profondes et des portions superficielles. Les premières, à mailles très-larges, sont composées de rameaux ténus, mais renfermant encore plusieurs fibres nerveuses primitives; les dernières, à mailles beaucoup plus étroites, sont formées de fibres simples ou de fibres groupées par deux. Ce dernier plexus, appelé aussi plexus terminal, présente, chez l'homme et chez les animaux (on ne sait pas encore si c'est chez tous), de *véritables divisions des fibres nerveuses primitives;* le plus souvent les fibres se bifurquent en deux branches, qui s'écartent à angle aigu. Du plexus lui-même, enfin, partent, en certains endroits du moins, des fibres nerveuses, une à quatre, qui se terminent dans les papilles d'une manière toute spéciale.

Les éléments des nerfs de la peau ne présentent aucune particularité remarquable. Dans les rameaux nerveux du tissu cellulaire sous-cutané, ils ont encore quelquefois jusqu'à 11 et 13 μ de diamètre; il en est de même des nerfs des couches inférieures du derme. Mais vers la superficie, ils deviennent de plus en plus fins : dans les plexus terminaux, je les trouve oscillant entre 2 et 6 μ, suivant les diverses régions; dans les papilles, enfin, ils ont de 1,8 à 4 μ. Les fibres les plus fines de la main et du pied varient entre 2,5 et 4,4 μ, tandis que celles du gland du pénis, des lèvres et du nez ont un diamètre de 1,8 à 2,5 μ seulement.

Le véritable *mode de terminaison* des nerfs cutanés a été élucidé, dans ces dernières années, sous bien des rapports importants; il s'en faut de beaucoup, cependant, que nous soyons complétement éclairés sur tous les points de la question. Tout ce que nous savons, tend à faire croire qu'il existe *plusieurs* modes de terminaison des nerfs cutanés; en premier lieu, celui qu'on observe dans les divers organes spéciaux qui s'y rencontrent, tels que

les glandes, les muscles lisses, les poils et les corpuscules de Pacini; en second lieu, celui qui se voit dans les couches superficielles du derme, dans les corpuscules du tact, les renflements terminaux de Krause; ou qui se fait librement dans la peau, à la base des papilles. La plupart de ces modes de terminaison des nerfs, à l'exception des deux premiers, sont en connexion avec les fonctions de la peau considérée comme organe du tact, et peuvent être divisés en deux groupes, suivant qu'ils ont lieu dans certains organes terminaux spéciaux que W. Krause réunit sous la dénomination collective de *corpuscules terminaux*, ou qu'ils ne présentent aucune disposition spéciale, comme les nerfs des poils et ceux de la surface de la peau.

§ 39. **Corpuscules sensitifs ou corpuscules terminaux.** — La peau et les muqueuses sensibles présentent, dans certaines régions, des modes de terminaison des nerfs tout à fait spéciaux, qui, bien que différents à quelques égards, se ressemblent cependant par cette circonstance importante que *les nerfs se terminent librement dans l'intérieur de corpuscules particuliers, formés de tissu conjonctif*, et que l'on peut considérer comme résultant d'une transformation des gaines nerveuses. De ces corpuscules, ce sont précisément les plus complexes, à savoir, les *corpuscules de Pacini*, qui ont été les premiers connus des micrographes; puis est venue la découverte des *corpuscules du tact*, par Meissner et Wagner, puis enfin celle des formations les plus simples de cette espèce, des *bulbes terminaux*, par W. Krause. Les parties essentielles qui constituent toutes ces formations, sont : 1° les *fibres nerveuses terminales*, consistant en un ou plusieurs tubes nerveux pâles, qui se terminent toujours par une extrémité libre, fréquemment renflée en massue; 2° le *bulbe interne* (Krause), couche transparente et finement granulée de substance conjonctive, renfermant parfois des noyaux, qui forme une gaine autour de la fibre nerveuse, ou lui sert de support; et 3° une *enveloppe formée de tissu conjonctif ordinaire*, avec des corpuscules de tissu conjonctif. Les différences que présentent les diverses espèces d'organes sensitifs tiennent surtout à la conformation variable de cette dernière couche; cependant les autres parties constituantes offrent également des différences sur lesquelles nous nous étendrons dans les paragraphes suivants.

Déjà R. Wagner et Leydig avaient attiré l'attention sur les analogies qui existent entre les corpuscules de Pacini et les corpuscules du tact. Mais c'est W. Krause qui, en découvrant les bulbes terminaux, établit de la manière la plus nette l'analogie de structure qui unit tous les corpuscules du tact de la peau et des muqueuses, et ramena ainsi à l'unité toutes les parties dont ils se composent.

§ 40. **Bulbes terminaux ou corpuscules de Krause.** — Bien que chez les mammifères supérieurs et chez l'homme, les bulbes terminaux se rencontrent particulièrement dans les muqueuses sensibles, nous croyons cependant devoir en traiter ici, à cause de leurs connexions avec les autres corpuscules sensitifs.

Dans leur forme la plus simple, les bulbes terminaux sont des corpuscules arrondis ou un peu allongés, dans lesquels on peut distinguer une mince enveloppe du tissu conjonctif à noyaux, un bulbe interne, transparent et sans noyaux, et une fibre nerveuse terminale très-pâle, occupant le centre du corpuscule. Les bulbes terminaux ressemblent exactement aux portions les plus internes des corpuscules de Pacini. Il est à remarquer cependant que, outre cette forme, on en rencontre beaucoup d'autres, constituant, pour la plupart, des transitions entre le bulbe terminal et le corpuscule du tact; de sorte que, dans un cas spécial, il est souvent difficile de décider à quelle variété de corpuscules sensitifs on a affaire. En effet, si les corpuscules du tact, composés des mêmes trois parties constitutives, se distinguent : 1° par le nombre considérable et la direction transversale des noyaux de l'enveloppe conjonctive; 2° par le trajet transversal et la situation superficielle des nerfs, qui décrivent plusieurs circonvolutions; 3° par le nombre généralement plus considérable des fibres nerveuses qui y pénètrent; 4° par leur grand volume, on peut rencontrer cependant des corpuscules de Krause qui présentent sous tous ces rapports des analogies avec les corpuscules du tact. Il est donc impossible de séparer nettement ces deux espèces d'organes, d'autant plus qu'il existe aussi des formes plus simples de corpuscules du tact. Néanmoins il me paraît rationnel de distinguer les bulbes terminaux et les corpuscules du tact, attendu que les formes parfaitement caractérisées des uns et des autres ne se rencontrent jamais, pour ainsi dire, réunies dans le même organe.

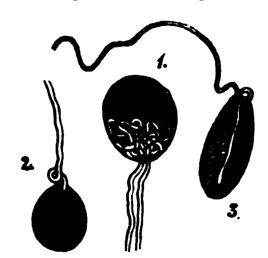


FIG. 59.

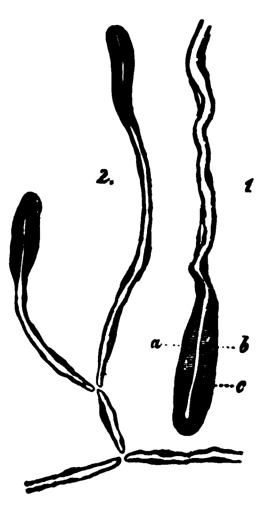


FIG. 60.

Voici quels sont les caractères essentiels des corpuscules de Krause. Chez l'*homme*, je fus le premier qui vît ces corpuscules dans les papilles

FIG. 59. — Trois corpuscules de Krause de la conjonctive de l'homme, traités par l'acide acétique (grossissement de 300 diamètres). D'après un dessin de Lüdden. — 1, corpuscule sphérique, avec deux fibres nerveuses qui forment un peloton dans son intérieur. On y voit en outre des portions de deux fibres nerveuses pâles. — 2, corpuscule arrondi offrant une fibre nerveuse et des granulations graisseuses dans le bulbe interne. — 3, corpuscule allongé avec une fibre terminale distincte. — Sur ces trois corpuscules, on distingue une enveloppe qui en 1 et 2 présente des noyaux.

FIG. 60. — Bulbes terminaux de la conjonctive du veau, traités par l'acide acétique grossissement de 300 diamètres). D'après un dessin de Lüdden. — 1, extrémité d'une fibre nerveuse avec son bulbe. — 2, double bifurcation d'une fibre nerveuse, avec deux bulbes terminaux. — *a*, enveloppe des bulbes terminaux ; *b*, bulbe interne; *c*, fibre nerveuse pâle.

du bord rouge des lèvres, dans les papilles fongiformes de la langue et dans le tégument du gland du pénis et du clitoris; mais comme les bulbes terminaux proprement dits n'étaient pas connus à cette époque, je les considérai comme des corpuscules du tact peu développés. C'est en l'année 1858 que W. Krause fit la découverte des bulbes terminaux simples, parmi lesquel il rangea les corpuscules des régions ci-dessus désignées, et qu'il fit connaître en outre dans la conjonctive, dans les plis muqueux sublinguaux, sous les papilles filiformes et dans le voile du palais. Les bulbes terminaux de l'homme sont généralement presque *sphériques*. Cependant Krause, dans deux cas, et Lüdden, dans un autre, trouvèrent aussi, dans la conjonctive, des bulbes allongés, comme chez les animaux. Le *volume* de ces corpuscules varie entre 22 et 98 μ de diamètre, et quant à leur *structure*, c'est surtout la distribution des nerfs dans leur intérieur qui est digne d'attention. Souvent on voit deux ou même trois tubes pénétrer dans un bulbe terminal, et quand une seule fibre à contour foncé y aboutit, elle s'y divise, peu après y avoir pénétré, en deux ou trois fibres terminales. Il faut signaler ensuite des *pelotonnements* plus ou moins considérables que présentent les fibres au voisinage de leur point d'immergence, et qui, dans certains cas, sont tellement volumineux, qu'ils rappellent les pelotons nerveux que Gerbert et moi avons décrits dans les lèvres, ou les formations analogues que j'ai rencontrées dans la conjonctive, et que Krause a eu également l'occasion d'observer. Le trajet des fibres pâles terminales est un peu onduleux, et présente, dans certains cas, de fortes inflexions; mais, chez l'homme, à moins d'avoir sous les yeux des pièces très-fraîches, on observe rarement ces fibres. — Quant aux autres parties, l'enveloppe du tissu conjonctif contient, chez l'homme, des noyaux ovalaires assez nombreux, et le bulbe interne présente de petites granulations foncées, en général, que la soude rend plus transparentes, et qui ressemblent à des granulations graisseuses.

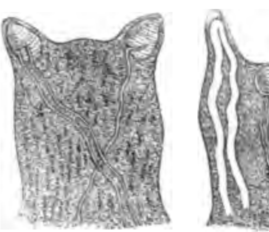



Fig. 61.

Quant à leur *siége* et à leur *nombre*, les corpuscules de Krause se trouvent dans toute l'étendue de la conjonctive scléroticale, jusqu'au niveau de sa réflexion, ainsi que dans le pli semi-lunaire, immédiatement au-dessous de la couche de tissu conjonctif la plus superficielle, très-près de l'épithélium. Les nerfs qui portent ces corpuscules forment, comme partout, un réseau profond, d'où partent ensuite de petits rameaux qui s'élèvent vers la surface, en s'anastomosant souvent entre eux, et dont les tubes nerveux se divisent fréquemment, pour aboutir, en définitive, aux bulbes termi-

Fig. 61. — Deux papilles de la lèvre de l'homme, traitées par l'acide acétique, et contenant l'une un corpuscule de Krause, l'autre deux. Dans l'une se trouvent deux anses capillaires; dans l'autre, les vaisseaux ne sont pas visibles.

naux. C'est ainsi que sur le veau, dans un espace de $3^{mm},3$ de longueur, sur $1^{mm},1$ de largeur, Krause trouva une fibre primitive unique qui, en se divisant à plusieurs reprises, fournit dix ramifications terminales, se portant à autant de corpuscules. Chez l'homme, Krause calcule, d'après un cas dans lequel 88 millimètres carrés furent examinés, qu'il y a, en moyenne, deux bulbes terminaux par $2^{mm},2$; mais il est à remarquer que le nombre de ces organes est tellement variable dans les diverses régions de ce tégument, que cette détermination ne peut conduire à aucune conséquence générale. Une autre opinion de Krause, qui pourrait bien être exacte, c'est que toutes les fibres nerveuses de la conjonctive se terminent dans ces corpuscules. Partout, en effet, où il est possible de suivre exactement une fibre, on tombe sur un bulbe terminal. On trouve des corpuscules de Krause dans les *lèvres;* mais souvent ils y présentent des formes intermédiaires entre ces corpuscules proprement dits et les corpuscules du tact; ils occupent, d'ailleurs, tantôt le sommet, tantôt la portion moyenne ou même la base des papilles, qui toutes, ainsi que je l'ai montré, contiennent aussi des vaisseaux sanguins. Dans le *plancher de la cavité buccale*, les corpuscules de Krause se comportent comme dans la conjonctive; dans le *voile du palais*, ils siégent au-dessous des papilles, rarement dans leur partie moyenne. Sur la *langue*, on trouve un ou deux de ces corpuscules dans la partie supérieure des papilles fongiformes, au-dessous des papilles simples et des papilles filiformes, et dans les papilles caliciformes (Krause); sur le *gland du pénis* et du *clitoris*, enfin, ils se voient au-dessous des papilles et présentent une enveloppe conjonctive assez résistante. Dans cette dernière région, on trouve aussi des corpuscules plus gros, de forme framboisée, et mesurant 200 μ de diamètre (*corpuscules des nerfs génitaux*, W. Krause).



FIG. 62.

Jusqu'ici les corpuscules de Krause ont peu fixé l'attention des micrographes, car Frey (*Histol.*, 373) est le seul qui ait confirmé leur existence dans la conjonctive du veau. Sur ma demande, un de mes auditeurs, M. Lüdden, s'est occupé à étudier ces corpuscules, ce qui l'a conduit à confirmer de tous points les données de W. Krause; moi-même, je dois faire la même déclaration d'après mes propres recherches, contrairement à l'assertion de J. Arnold, qui prétend que les bulbes terminaux sont des produits artificiels. Lüdden trouva ces corpuscules dans la conjonctive de l'homme et du veau, dans la peau du lapin, du rat, de la souris et de l'écureuil. D'après les recherches étendues, sinon complètes, de W. Krause,

FIG. 62. — Papille fongiforme de l'homme, traitée par l'acide acétique (grossissement de 350 diamètres). — Dans la portion moyenne de la pointe, entre les papilles simples, sont deux corpuscules de Krause. — *a*,*a*, nerfs de la papille.

il existe des bulbes terminaux dans une foule d'espèces de mammifères de la classe des quadrumanes, carnivores, loirs, pachydermes, solipèdes et ruminants, et cela surtout dans la *conjonctive*, les *lèvres* et la *muqueuse buccale*. Dans le *gland du pénis*, on les a trouvés chez le hérisson et le taureau; dans le *gland du clitoris*, chez la vache et la truie; dans le *vagin*, chez la lapine (Polle); sur la *face plantaire des orteils ou des pieds*, chez la taupe, le chat, le cochon d'Inde et l'écureuil; dans la *peau du ventre*, chez la souris; dans la *langue*, chez le bœuf et le cochon; chez ce dernier, dans les longues papilles qui sont en arrière des papilles caliciformes, et d'après Corti, chez l'éléphant. Chez tous ces animaux, les corpuscules de Krause sont allongés ou ovalaires, à l'exception du singe, où, comme chez l'homme, la forme sphérique domine. Dans certains cas, Lüdden a trouvé le bulbe interne entouré d'une gaîne spéciale à noyaux; il croit aussi avoir constaté des capillaires sanguins sur l'enveloppe extérieure.

Il existe des organes analogues aux bulbes terminaux dans les papilles de l'éminence thénar des grenouilles mâles. J'ai décrit dans la peau des poissons (*Stomias* et *Chauliodus*) des corpuscules en connexion avec les nerfs, qui pourraient bien appartenir à la même catégorie; mais il faudra de nouvelles recherches pour établir ce fait. (Voy. *Zeitschr. f. w. Zool.*, t. IV, 1853, p. 366, et *Würzb. Verhandl.*, t. VIII, 1[er] cahier, 1837, p. 28-31.)

§ 41. **Corpuscules du tact.** — Meissner et Wagner ont découvert, en 1852, dans les papilles de la paume de la main et de la plante du pied, régions auxquelles, plus tard, on en ajouta d'autres, un mode spécial de terminaison des nerfs, dans des corpuscules particuliers dont la structure, malgré de nombreuses recherches, est encore l'objet d'opinions divergentes.

Ces corpuscules, appelés *corpuscules du tact*, sont des organes généralement oblongs ou allongés, de 66 à 110 μ de longueur moyenne (dans la paume de la main, leur longueur est 110-180 μ, leur largeur, 45-50 μ; au talon, leurs dimensions sont 66-110 μ en longueur et en largeur, et sur la face dorsale des doigts, 32-38 μ), dans lesquels, comme dans les corpuscules de Krause, il faut distinguer un bulbe interne, une enveloppe et des fibres nerveuses afférentes. Le *bulbe interne* consiste en une substance conjonctive homogène et transparente, dans laquelle, à part quelques granulations, on ne rencontre aucune particule figurée. L'*enveloppe* qui l'entoure, traitée par l'acide acétique, présente un grand nombre de noyaux allongés, disposés en travers, appartenant peut-être à autant de cellules semblablement disposées, auxquelles il faudrait donner la signification des corpuscules de tissu conjonctif. Il pénètre généralement une ou deux, quelquefois trois ou quatre fibres nerveuses dans les papilles pourvues de corpuscules du tact. Ces nerfs s'élèvent en ligne droite le long de ces derniers, ou en les entourant de tours de spirale, et se terminent par des fibres pâles, qui finissent librement à l'intérieur du corpuscule, dans les portions superficielles du bulbe central.

Quant aux rapports des corpuscules du tact avec les papilles, on rencontre généralement ces corpuscules dans des papilles spéciales, qui ne renferment point de vaisseaux, de sorte que, comme il a été dit plus haut, on peut, avec raison, diviser les papilles en *vasculaires* et en *nerveuses*. Cepen-

dant, dans quelques cas, rares il est vrai, on trouve des papilles simples renfermant à la fois un corpuscule du tact et une anse vasculaire. Dans la main, les corpuscules du tact s'observent particulièrement dans les papilles *composées,* dans lesquelles ils sont isolés ou au nombre de deux, et toujours un corpuscule occupe une papille indépendante, plus ou moins proéminente, le plus souvent peu élevée, quelquefois assez allongée. Plus rarement, on les rencontre dans des papilles simples, comme c'est la règle dans d'autres régions. La position du corpuscule dans la papille est telle qu'il est généralement très-rapproché du sommet de cette dernière, et que, dans le sens de la largeur, il occupe la moitié ou le tiers de l'étendue de la papille; quelquefois même il la remplit presque complétement.

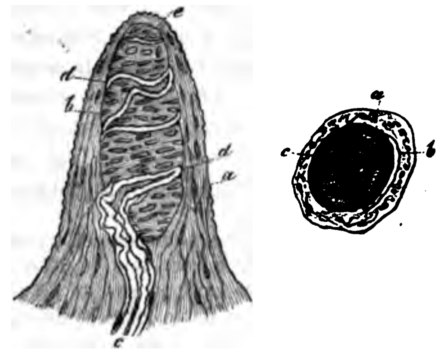


FIG. 63.

Les papilles avec corpuscules du tact ont été rencontrées jusqu'ici, *chez l'homme*, dans la paume de la main et la plante du pied, sur la face dorsale de ces deux organes (Meissner, Wagner et beaucoup d'autres); puis, sur le mamelon (moi, W. Krause); sur la face antérieure de l'avant-bras (W. Krause). Dans les *mammifères,* Meissner et W. Krause les ont rencontrés chez le *singe*, dans la paume de la main et la plante du pied, et aussi, dans deux espèces, aux lèvres; mais ils n'en ont point trouvé sur une foule d'espèces d'ordres différents, où les corpuscules sont remplacés, en partie du moins, par des bulbes terminaux.

Relativement à leur *nombre*, c'est à la face palmaire de la main, et particulièrement des doigts, que les corpuscules du tact sont le plus nombreux, chez l'homme. Meissner a compté, sur 2,2 millimètres carrés de la troisième phalange du doigt indicateur d'un homme, 400 papilles, dont 108 avec corpuscules du tact; il y aurait donc une papille nerveuse pour 4 papilles. Sur une même étendue de la seconde phalange, il y avait 40 corpuscules; sur la première phalange, 15; sur la peau de l'éminence hypothénar, 8; à la face plantaire de la phalange unguéale du gros orteil, 34; à la partie moyenne de la plante du pied, 7 ou 8. Sur la face antérieure de l'avant-bras, les corpus-

FIG. 63. — A, papille cutanée, vue de front. — *a*, couche corticale avec cellules plasmatiques et fibres élastiques fines; *b*, corpuscule du tact, avec noyaux transversaux; *c*, petit rameau nerveux afférent, avec son névrilème contenant des noyaux; *d*, fibres nerveuses qui enlacent le corpuscule; *e*, extrémité apparente d'une de ces fibres.

B, papille vue d'en haut, de manière à présenter son milieu comme sur une coupe transversale. — *a*, couche corticale de la papille avec cellules plasmatiques; *b*, fibre nerveuse; *c*, enveloppe renfermant des noyaux; *d*, corpuscule du tact; *e*, contenu finement granulé de ce dernier. — Chez l'homme. — Grossissement de 350 diamètres. La préparation avait été traitée par l'acide acétique.

cules du tact, d'après W. Krause, sont extrêmement rares. Des recherches très-laborieuses, mais non complétement satisfaisantes, faites par cet anatomiste sur une étendue de 330 millimètres carrés, chez 16 individus, il résulterait qu'il n'y a qu'un corpuscule pour environ 15,4 millimètres carrés, au minimum. Le dos de la main et du pied, le mamelon, dans les deux sexes, sont également très-pauvres en corpuscules du tact; mais nos connaissances, relativement au nombre de ces corpuscules, sont encore peu précises. Dans toutes ces régions, du reste, les corpuscules sont petits, peu développés, et très-analogues à certaines formes de bulbes terminaux.

Malgré des recherches nombreuses, les opinions relatives à la structure des corpuscules du tact sont encore loin de s'accorder. Le *bulbe central* seul, que j'ai décrit le premier comme un cordon de tissu conjonctif, tandis que Wagner et Meissner le décrivaient d'une manière différente, semble être envisagé de la même manière par tous les observateurs modernes, attendu que W. Krause lui-même a approuvé ma manière de voir. Néanmoins je rappellerai de nouveau que des papilles dépourvues de nerfs et de corpuscules du tact renferment aussi quelquefois un cordon central de substance conjonctive (voy. *Zeitschr. f. w. Zool.*, IV, pl. II, fig. 15, 16), circonstance qui montre mieux que toute autre chose que le bulbe central des corpuscules du tact ne peut être considéré en lui-même comme une production tout à fait spéciale. Pour ce qui est de l'enveloppe du bulbe, que j'ai également décrite le premier, l'auteur le plus récent, W. Krause, partage encore toujours l'opinion de Meissner, d'après laquelle les stries transversales seraient produites surtout par des fibres nerveuses, bien que j'aie démontré depuis longtemps qu'elles sont déterminées par des noyaux transversaux. Qu'il y ait en outre des fibres nerveuses transversales, souvent en assez grand nombre, cela est certain; mais ces fibres ne sont pas la cause principale de la striation : on peut s'en assurer facilement sur toute préparation traitée par l'acide acétique. En colorant les noyaux en question à l'aide du carmin, Gerlach a prouvé surabondamment leur véritable nature. Ces noyaux appartiennent probablement tous à des cellules, qui auraient la signification de corpuscules du tissu conjonctif; mais ce fait n'a point encore été établi jusqu'à présent d'une manière suffisante, non plus que cette autre question de savoir si les parties intermédiaires à ces noyaux sont formées de substance conjonctive fibrillaire ou amorphe.

Quant aux connexions des nerfs avec les corpuscules, j'ai déjà fait remarquer dans la deuxième édition de cet ouvrage (p. 109) que dans l'immense majorité des cas, les tubes nerveux, arrivés à la moitié de la hauteur du corpuscule ou au voisinage de son sommet, se dérobent à la vue, c'est-à-dire, devenant tout à coup plus pâles, se terminent comme s'ils étaient arrachés. Aujourd'hui que les belles recherches de W. Krause ont montré qu'il est assez facile de constater l'existence d'extrémités nerveuses libres dans l'intérieur des bulbes terminaux, ce serait au mépris de toute vraisemblance que l'on chercherait à nier que les nerfs, comme l'admettent en particulier Meissner et Krause, se terminent véritablement dans les corpuscules. Néanmoins je dois attirer l'attention sur les particularités suivantes : En premier lieu, d'après ce qui a été dit plus haut des noyaux des corpuscules, il ne peut nullement être question de considérer comme des fibres nerveuses la totalité ou même la plupart des stries transversales devenues visibles après addition d'acide acétique. En second lieu, il paraît que les nerfs se terminent plutôt dans les portions superficielles des corpuscules et ne parcourent jamais leur portion centrale, comme cela a lieu dans les véritables corpuscules de Krause; on dirait même que les fibres nerveuses à bords foncés qui contournent les corpuscules, comme ceux de la figure 63, par exemple, sont appliquées à la surface externe de ces derniers, circonstance qui ne manque pas d'un certain intérêt physiologique. Troisièmement, je n'ai aucun

motif de révoquer en doute les anses nerveuses décrites et figurées par moi précédemment dans certaines papilles. Très-probablement, la contradiction apparente entre ces observations et celles de Meissner et de W. Krause s'expliquera par ce fait que, dans ces cas, les nerfs se terminent dans des corpuscules du tact de papilles voisines. Peut-être aussi n'ai-je pas vu, dans les corpuscules du tact où j'ai constaté des anses, des branches résultant d'une bifurcation des tubes nerveux. L'opinion d'après laquelle il existerait de véritables anses terminales à contours foncés, ébranlée déjà par les observations de Henle et par les miennes sur les corpuscules de Pacini, cette opinion m'a paru très-douteuse depuis longtemps; d'un autre côté, l'existence des anses nerveuses elles-mêmes dans les papilles cutanées ne saurait être révoquée en doute, quand on pense aux pelotons nerveux contenus dans les papilles des lèvres (voy. mon *Mém.*, *l. c.*, fig. 14). Quatrièmement enfin, je ferai remarquer de nouveau que j'ai vu des papilles nerveuses privées de corpuscules du tact dans la paume de la main (très-rarement), dans la plante du pied (plus souvent), aux lèvres (très-souvent) et dans la langue ; ce qui démontre que la terminaison des nerfs sensitifs dans certains corpuscules n'est pas la seule qui s'observe.

§ 42. **Corpuscules de Pacini ou de Vater.** — Sous le premier de ces noms, nous avons désigné, Henle et moi, de petits organes décrits pour la première fois d'une manière exacte par l'anatomiste florentin Pacini, qui les avait observés principalement sur les nerfs de la paume de la main et de la plante des pieds. Mais, plus tard, Langer (de Vienne) prouva que ces mêmes organes avaient déjà été décrits par A. Vater, anatomiste allemand (voy. J. G. Lehmann, *Diss. de consensu partium corpor. hum., exp. simul nerv. brach. et crur. coalitu pecul. atque papillarum nervearum in digitis dispositione*, Vitembergæ, 1741), sous le nom de papilles nerveuses ou cutanées, mais sans en connaître la structure. Or, comme Pacini méconnut également la portion la plus importante de ces corpuscules, la fibre nerveuse, on ne saurait précisément donner tort à Langer quand il les appelle *corpuscules de Vater*. Ces organes, qui appartiennent aussi à la catégorie des corpuscules sensitifs, sont elliptiques ou piriformes, opalins, avec une raie blanche à l'intérieur. Chez l'homme, ils ont $1^{mm},12$ à $4^{mm},5$ de longueur, et se montrent d'une manière constante sur les nerfs cutanés de la paume de la main et de la plante du pied, au milieu du tissu cellulaire sous-cutané. C'est aux doigts et aux orteils, particulièrement à la troisième phalange, qu'ils sont le plus nombreux. Dans la main tout entière, Herbst en compte environ 600, et à peu près autant au pied. En outre, on en trouve quelques-uns, mais non constamment, sur le dos de la main et du pied, sur les nerfs cutanés du bras, de l'avant-bras et du cou, sur le nerf honteux interne, les nerfs intercostaux, tous les nerfs articulaires des membres (Rauber), certains nerfs des os, le nerf sous-orbitaire, les nerfs qui sont au-dessous de la mamelle et ceux du mamelon, dans l'intérieur des muscles de la main et du pied (Rauber), et sans exception sur tous les grands plexus sympathiques, en avant et sur les côtés de l'aorte abdominale, derrière le péritoine, particulièrement au voisinage du pancréas, quelquefois aussi dans le mésentère jusque très-près de l'intestin. Enfin, Luschka et Krause en ont vu au voisinage de la glande coccygienne.

Les corpuscules de Vater ou de Pacini ont une structure assez simple,

bien que beaucoup plus compliquée que celle des corpuscules sensitifs décrits jusqu'à présent (fig. 64). Ils se composent d'une fibre nerveuse terminale, d'un bulbe central qui entoure cette fibre, et d'une enveloppe, formée d'une foule de capsules emboîtées les unes dans les autres. Ces capsules sont au nombre de 20 à 60; les externes séparées par des espaces considérables, les internes par des espaces plus petits, remplis d'un liquide séreux transparent, dont l'existence peut être facilement démontrée au moyen d'une ponction. Elles n'entourent pas toujours complétement le corpuscule, et souvent se continuent entre elles. Elles sont formées de tissu conjonctif ordinaire et de corpuscules de tissu conjonctif; sur les capsules superficielles, il est facile de démontrer, chez l'homme, que chacune d'elles est formée d'une couche externe à fibres

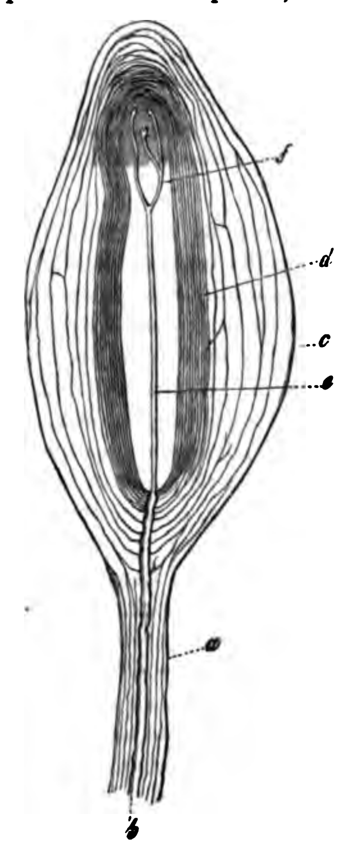


FIG. 64.

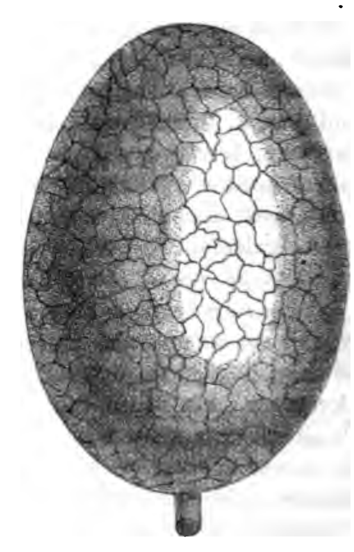


FIG. 65.

transversales et d'une couche interne à fibres longitudinales. A la *face interne* de cette dernière siégent des corpuscules de tissu conjonctif, qui, d'après de nouvelles recherches de Hoyer, constituent une *couche continue, comme épithéliale*, avec cette particularité, cependant, qu'on

FIG. 64. — Corpuscule de Pacini de l'homme, grossi 350 fois. — *a*, pédicule du corpuscule; *b*, fibre nerveuse contenue dans son intérieur; *c*, couche externe de son enveloppe; *d*, couche interne; *e*, fibre nerveuse pâle en dedans du bulbe interne transparent; *f*, divisions et extrémités de cette fibre.

FIG. 65. — Corpuscule de Pacini du chat, traité par la solution de nitrate d'argent, pour montrer la couche celluleuse d'apparence épithéliale qui se trouve à la face interne de la lamelle la plus superficielle. — Faible grossissement.

voit souvent partir des diverses cellules des prolongements filiformes qui traversent les espaces libres, pour gagner la lamelle suivante. De même que Eberth, j'ai pu constater ce fait, du moins sur les corpuscules de Pacini du chat (fig. 65). Le *bulbe central*, ainsi que je l'ai montré, est un cordon moins transparent, finement granuleux et pourvu de noyaux (cellules ?) délicats, que je considère comme une espèce de substance conjonctive, d'autant plus que dans certains cas isolés, il semble constitué, au moins dans sa partie externe, comme par des capsules très-minces, très-rapprochées les unes des autres. Dans son intérieur chemine la fibre nerveuse du corpuscule. Chacun de ces organes est supporté par un pédicule, formé par le prolongement de ses couches et au moyen duquel il est uni à un petit rameau nerveux. De ce rameau part une fibre nerveuse unique, opaque, de 13 à 15 μ de largeur, qui va gagner le corpuscule. Du pédicule, cette fibre passe dans le bulbe interne, y devient *plate* (largeur 13 μ, épaisseur 9 μ), *pâle*, en apparence dépourvue de moelle, presque comme un cylindre d'axe, et se termine à la partie supérieure du bulbe en se divisant souvent en deux ou trois branches, qui présentent un petit renflement granulé à leur extrémité. Dans le pédicule et dans les portions voisines du corpuscule, plus rarement à l'autre extrémité de ce dernier, on trouve le plus souvent quelques fines *ramifications vasculaires*.

Les anciennes observations touchant les corpuscules en question ne devinrent fructueuses qu'à partir du moment où Henle et moi nous parvînmes à y démontrer des nerfs, et à cette occasion je ferai remarquer que, contrairement à une remarque de W. Krause (*Die term. Körp.*, p. 52), nous avons trouvé les corpuscules dans le mésentère du chat par nous-mêmes, et non pas seulement après que Lacauchie avait attiré l'attention sur eux. Depuis cette époque, un grand nombre d'investigateurs se sont occupés de ces remarquables organes, et ont démontré particulièrement leur existence chez un grand nombre d'animaux. Sous ce rapport, ainsi que sous celui des nombreuses modifications de forme qu'ils présentent et qu'on rencontre notamment chez le chat, on consultera les travaux mentionnés plus loin et surtout le mémoire de W. Krause. Nous rappellerons seulement que ces corpuscules ont été trouvés déjà dans trente-sept espèces, parmi les mammifères, et surtout aux membres (suivant les circonstances, aux orteils, à la plante, ou dans d'autres régions, comme dans la région de la membrane interosseuse), plus rarement à la queue, dans le mésentère (chat) et au mésocôlon (chat et lapin), au clitoris (porc), et dans le tissu sous-muqueux du vagin chez le lapin (Krause, Polle). Chez les oiseaux, où Will et Herbst les ont découverts, on les connaît déjà dans quarante-trois espèces, et on les rencontre dans la peau du tronc et des membres, dans la langue, dans le bec et dans la conjonctive. Chez ces animaux, leur structure est un peu différente ; on consultera à cet égard les travaux de Leydig, Kölliker, Keferstein, W. Krause et W. Engelmann.

La fibre nerveuse pâle qui se trouve dans l'intérieur des corpuscules des mammifères et de l'homme n'est pas, à mon avis, un simple cylindre d'axe, mais bien la continuation de toute la fibre à contours opaques du pédicule ; on peut donc la placer avec beaucoup de raison à côté des fibres nerveuses embryonnaires. Renferme-t-elle ou non une mince couche médullaire ? la chose me paraît difficile à décider.

Les corpuscules de Pacini des nerfs articulaires ont été l'objet d'un excellent travail de A. Rauber, d'après lequel ils se rencontrent sur toutes les articulations

des membres et en nombre considérable. C'est ainsi que Rauber compta aux articulations des doigts, en tout, 350 corpuscules; au carpe et au métacarpe, 51; à l'articulation du poignet, 4; à celle du coude, 96; à l'épaule, 8; aux articulations des dents, 200; au tarse et au métatarse, 60; à l'articulation tibio-tarsienne, 11; au genou, 19; à la hanche, 5. Le volume de ces corpuscules est au-dessous du volume ordinaire et varie entre 800 et 160 μ; de même, la structure de beaucoup d'entre eux est plus simple, et notamment le nombre des capsules est peu considérable.

§ 43. **Autres modes de terminaison des nerfs cutanés.** — Outre la terminaison par des corpuscules de tact, il existe dans la peau une foule d'autres modes de terminaison des nerfs, parmi lesquels les plus dignes d'être mentionnés sont ceux qu'on observe dans les *follicules pileux*, attendu qu'*ils constituent l'immense majorité des terminaisons nerveuses de la peau.* Les follicules pileux de l'homme reçoivent des nerfs à contours foncés, qui souvent se divisent en plusieurs branches avant de pénétrer dans leur intérieur; c'est ce que j'ai annoncé déjà en 1860 (*Mikr. Anat.*, t. II, p. 125); mais alors, comme plus tard, il m'a été impossible de voir comment ces nerfs se terminent. La même chose est arrivée à W. Krause; il trouva, comme moi, les nerfs des follicules pileux (*Anat. Unt.*, p. 21), mais même sur les gros poils tactiles des mammifères, dont Gegenbaur a décrit les riches et élégants réseaux nerveux, présentant de nombreuses divisions des fibres primitives, il ne put déterminer le mode de terminaison de ces nerfs. C'est en vain que nous avons cherché des tubes nerveux dans la papille pileuse, moi, Moleschott et Chapuis, chez l'homme, Gegenbaur et Leydig sur les poils tactiles des mammifères.

Outre les follicules pileux, un certain nombre de tubes nerveux se terminent certainement dans les *muscles lisses de la peau*, où je les ai vus sur le rat, ainsi que *dans toutes les glandes* (certaines glandes sudoripares et glandes cérumineuses) *possédant une couche musculeuse.* Néanmoins je n'ai eu l'occasion qu'une seule fois d'observer une fibre nerveuse à contours opaques, de 6,7 μ de largeur, dans l'intérieur d'une glande cérumineuse. Nous ne savons si les glandes sébacées et les glandes sudoripares privées de fibres musculeuses reçoivent également des nerfs.

Nous ignorons également s'il existe, chez l'homme, des nerfs sensitifs qui ne se terminent ni dans les corpuscules du tact ni dans les follicules pileux. Je dois faire remarquer néanmoins que j'ai observé, particulièrement dans la plante des pieds, des nerfs dans des papilles où aucun moyen ne me permit de mettre en évidence des corpuscules du tact. Dans la *cornée*, dont la couche externe peut être considérée comme une modification de la peau, les nerfs, d'après les recherches d'Hoyer et de Cohnheim, se terminent *dans l'épithélium lui-même* et forment au-dessous de ce dernier des réseaux d'où s'élèvent des fibrilles ramifiées, qui pénètrent entre les cellules épithéliales et se terminent par des extrémités libres dans les couches les plus superficielles de ces dernières.

La question de la terminaison des nerfs sensitifs de la peau et des membranes muqueuses est loin d'avoir reçu une solution définitive, et sans m'étendre sur les

dispositions remarquables qu'on trouve chez les invertébrés, j'appellerai l'attention sur les faits suivants :

1° Dans la peau de quelques petits mammifères (souris, rats, chauves-souris, musaraignes), les fibres nerveuses à contours foncés, ainsi que je l'ai observé depuis longtemps sur la souris (*Zeitschr. f. w. Zool.*, VIII, pl. XIV, fig. 10), se continuent avec des filaments nerveux pâles, parsemés de noyaux, unis entre eux en forme de réseau et mesurant de 1 à 2 μ, exactement comme les fibres nerveuses embryonnaires qu'on trouve dans la queue des têtards. Des réseaux analogues de filaments nerveux pâles se voient dans la peau de la grenouille (Axmann, moi), dans la cornée (moi, His), dans la muqueuse pharyngienne de la grenouille et du triton (Billroth), dans toute la muqueuse du canal intestinal de la grenouille (moi), dans la peau du *Stomias* (moi), dans la conjonctive de l'homme, du bœuf, du veau, du cochon et du chien (J. Arnold). Il est probable, d'après cela, que ces réseaux terminaux sont répandus d'une manière générale dans la peau et les muqueuses des vertébrés. Je dois faire remarquer cependant qu'il m'a été impossible jusqu'ici de les trouver ailleurs, chez l'homme, que dans la conjonctive oculaire.

2° Ces réseaux de fibres nerveuses pâles constituent-ils de véritables anastomoses entre des fibres nerveuses distinctes et représentent-ils réellement ou non les terminaisons ultimes des nerfs en question ? C'est ce qui est difficile à décider. Pour ce qui est du premier point, j'ai, dans ces derniers temps, étudié avec beaucoup de soin les nerfs de la cornée sur des fragments traités par le chlorure d'or, d'après la méthode de Cohnheim, et je me suis convaincu que la plupart des éléments du réseau sont certainement des faisceaux de fibres primitives très-fines (cylindres d'axe) ; cependant, dans la couche fibreuse de la cornée, on rencontre déjà çà et là des trabécules très-fins dont il est impossible de démontrer la composition fibrillaire, et la chose est plus fréquente encore dans le réseau terminal sous-épithélial. Je suis donc porté à admettre, avec Cohnheim, de véritables anastomoses entre les fibres nerveuses.

La question de savoir si les réseaux sont ou non des réseaux terminaux, semble avoir trouvé dans les recherches de Hoyer (*Müll. Arch.*, 1866) et Cohnheim (*Med. Centralblatt*, 1866, n° 16) une solution tout à fait inattendue. Il résulte, en effet, de ces recherches que dans la cornée, du moins, les réseaux terminaux connus jusqu'ici ne représentent pas des terminaisons ultimes, et que celles-ci doivent être recherchées dans l'épithélium. Comme nous décrirons en détail les connexions des nerfs cornéens en traitant de l'œil, je dirai seulement ici que j'ai vérifié les observations des auteurs ci-dessus mentionnés sur l'homme, le lapin, le cochon d'Inde et la grenouille (*Würzb. n. Z. B.*, t. VI). D'après mes observations, le réseau cornéen le plus superficiel, situé un peu au-dessous de la lame élastique externe, émet d'espace en espace des branches qui perforent cette lame élastique et se divisent *à sa surface externe*, entre elles et l'épithélium, en une multitude de filaments variqueux très-ténus, qui présentent plus ou moins d'anastomoses suivant les diverses espèces animales. De ce réseau terminal sous-épithélial, qui est déjà situé en dehors de la substance fibreuse de la cornée, partent ensuite de nombreux filaments variqueux isolés, qui s'élèvent entre les cellules épithéliales, se ramifient encore un certain nombre de fois, et se terminent enfin par des prolongements généralement horizontaux, entre les cellules épithéliales aplaties, les plus superficielles, tantôt à la surface externe de l'épithélium, tantôt très-près de cette surface. Or, si dans cette région les nerfs sensitifs se terminent dans l'épithélium, il est possible que des connexions analogues se rencontrent ailleurs. En fait, déjà Hensen a prétendu (*Virch. Arch.*, t. XXXI, p. 64) que les nerfs de la queue des têtards s'unissent avec les nucléoles des cellules épithéliales, assertion que, malgré de nombreuses tentatives, il m'a été impossible de confirmer jusqu'ici. Par contre, j'ai vu tout récemment, comme cela m'était déjà arrivé autrefois, dans la peau de la souris, outre les plexus terminaux, des fibres qui en partaient et qui semblaient se terminer librement à la surface externe du derme. Je n'ai pu encore voir des nerfs pénétrer dans l'épiderme ; mais

j'ai trouvé entre les cellules profondes de la couche muqueuse, et assez régulièrement espacés, des corpuscules étoilés particuliers, analogues à des cellules étoilées, mais sans noyau distinct, qui peut-être appartenaient à des terminaisons nerveuses. Ces corpuscules, du reste, rappelaient également les taches pigmentaires ramifiées dont il a été question plus haut (p. 70), et que j'ai retrouvées dernièrement chez la chauve-souris, taches dont les connexions avec les nerfs ne sont point connues, mais ne sont nullement impossibles. — Ceux qui feront de nouvelles recherches sur le mode de terminaison des nerfs de la peau, ne devront point oublier que peut-être les nerfs sont unis à certains éléments celluleux dans l'épithélium, comme cela est démontré pour les organes des sens, et, d'après A. Key, pour les papilles gustatives de la grenouille, et comme M. Schultze le présume, pour les nerfs cutanés du *Petromyzon*. Les nouvelles données et les figures de Tomsa sur la terminaison des nerfs dans la peau de l'homme sont complétement incompréhensibles pour moi : je pense qu'il a décrit comme naturelles des parties extrêmement altérées.

Quant aux fonctions des diverses terminaisons des nerfs sensitifs dans les follicules pileux, dans les bulbes terminaux, les corpuscules de Pacini et dans la peau, il est impossible de dire quelque chose de précis à cet égard. Ce qui me paraît certain seulement, c'est que ni le prétendu sens de la température, ni le sens de la pression ou de la localité, ni la sensibilité de la douleur, ne paraissent liés à des organes déterminés ; tout au contraire, ils semblent répandus sur toute la surface de la peau, et exister aussi bien dans des régions garnies de poils que dans des régions glabres, sur des points où se trouvent des corpuscules du tact aussi bien que sur d'autres qui en sont dépourvus. Il se pourrait donc que les différences fonctionnelles des divers modes de terminaison des nerfs fussent plutôt des différences quantitatives. C'est aux physiologistes à préciser davantage ce point.

ARTICLE II. — ÉPIDERME.

§ 44. **Parties dont il se compose.** — Le derme est partout recouvert d'une membrane dépourvue de vaisseaux et de nerfs, et formée exclusivement de cellules demi-transparentes, de l'*épiderme*, en un mot. L'épiderme s'adapte exactement à toutes les anfractuosités, à toutes les éminences du derme, dont sa face interne est une empreinte fidèle ; de sorte que là où le derme présente une saillie, l'épiderme offre une dépression correspondante, et réciproquement. La face externe de l'épiderme rappelle aussi, jusqu'à un certain point, celle du derme, puisqu'on y trouve reproduites au moins les saillies et dépressions les plus considérables de ce dernier, telles que les crêtes de la paume de la main et de la plante du pied, les plis articulaires, les insertions des muscles, etc.; au contraire, le soulèvement épidermique produit par les papilles y est à peine appréciable, ou même tout à fait nul.

L'épiderme est composé de deux couches assez nettement limitées, et qui diffèrent l'une de l'autre par leurs caractères chimiques et morphologiques : la *couche muqueuse* et la *couche cornée*.

§ 45. **Couche muqueuse.** — Cette couche, *stratum Malpighii*, *réseau* ou *mucus de Malpighi* de beaucoup d'auteurs, forme la portion la plus profonde de l'épiderme, celle qui recouvre immédiatement le derme, et qui, pres-

que partout, affecte un trajet onduleux; sa couleur blanchâtre ou brunâtre permet, en une foule de régions, de la distinguer, même à l'œil nu, de la

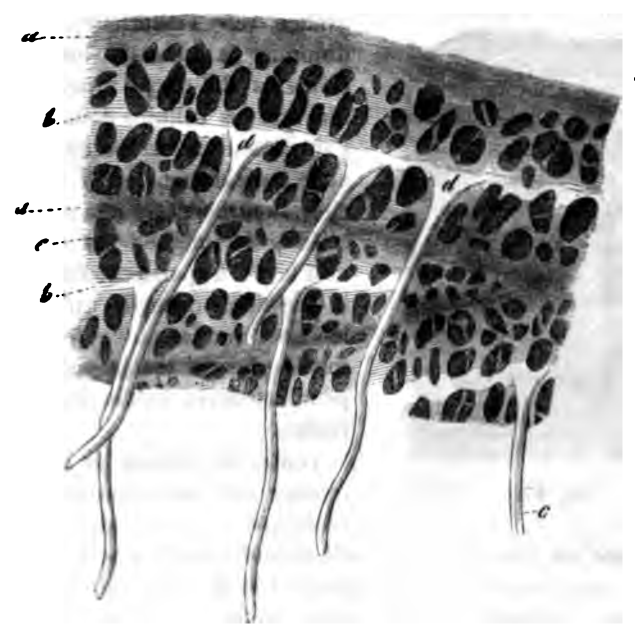


Fig. 66.

couche cornée. La couche muqueuse est caractérisée par de petites cellules molles et délicates, disposées d'une manière spéciale.

La *forme* et la *disposition* de ces cellules ne sont pas les mêmes partout. Les plus profondes (fig. 67, *b*) forment une couche simple, appliquée immédiatement sur la face externe du derme, sans interposition de noyaux libres ou de substance semi-fluide; elles sont *allongées* comme les cellules de l'épithélium cylindrique, et disposées perpendiculairement au derme; leur longueur est de 7 à 13 μ; leur largeur, de 5 à 6 μ. Immédiatement au-dessus d'elles, on trouve, dans la plupart des régions, des cellules ovalaires ou même sphériques, de 6 à 9 μ, disposées en plusieurs couches; ce n'est qu'en certains endroits, comme à la main et au pied, au bord libre des paupières, dans la couche muqueuse des ongles et des poils (voy. plus loin), qu'on trouve çà et là, étendues entre les cellules sphériques et les cellules allongées, deux ou trois couches d'éléments également allongés, placés perpendiculairement; ces couches multiples de cellules

Fig. 66. — Épiderme de la paume de la main, vu par sa face interne. — *a*, crêtes correspondant aux sillons qui existent entre les crêtes du derme; *b*, crêtes semblables répondant aux sillons qui séparent les séries de papilles; *c*, conduits sudorifères; *d*, parties dilatées par lesquelles ils se fixent sur l'épiderme; *s*, dépressions destinées à recevoir les papilles simples ou composées.

perpendiculaires, vues à de forts grossissements, donnent une apparence striée aux parties profondes de la couche muqueuse. Cette particularité est d'autant plus apparente, que plus on avance vers l'extérieur, plus on voit diminuer le diamètre longitudinal des éléments du corps muqueux, c'est-à-dire que les cellules dont il se compose s'aplatissent horizontalement (fig. 67 *c*), et se transforment enfin, dans les couches superficielles, en vésicules de 13 à 36 μ de longueur et de largeur, et de 4 à 18 μ d'épaisseur. En même temps, la pression mutuelle qu'elles exercent les unes sur les autres leur donne une forme plus ou moins *polygonale*, qu'on peut retrouver même sur des cellules isolées.

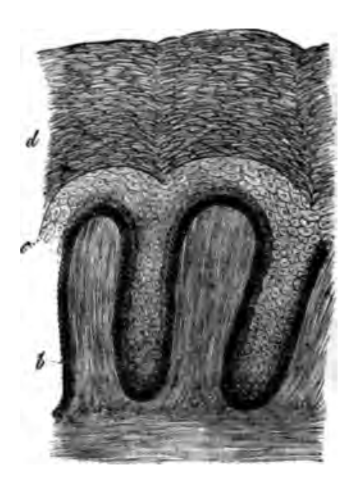


Fig. 67.

Toutes les cellules de la couche muqueuse ont une *structure* à peu près identique : ce sont des vésicules distendues par un liquide transparent et renfermant un noyau. Leur membrane est pâle, souvent difficile à démontrer dans les cellules très-petites, quelquefois, au contraire, très-nette, quoique toujours mince; elle est un peu plus épaisse dans les grandes cellules, sans qu'on puisse néanmoins la comparer à la membrane des cellules de la couche cornée. Le contenu des cellules n'est pas tout à fait fluide; excepté celui de l'épiderme coloré (voy. plus bas), il ne renferme cependant, à l'état normal, ni noyaux, ni gouttelettes de graisse, ni autres éléments d'un certain volume; il est finement granulé, à grains plus ou moins distincts, mais qui, sans exception, deviennent plus rares dans les cellules extérieures. Le noyau, enfin, a des dimensions qui sont en proportion de celles des cellules; il n'a que 3 à 5 μ dans les cellules très-petites, et 6 à 11 μ dans celles qui sont plus volumineuses; il est sphérique ou lenticulaire dans les cellules rondes et aplaties, ovalaire dans les cellules allongées. Dans les grosses cellules, il a tout à fait l'apparence d'une vésicule, munie souvent d'un nucléole, et occupe le centre du contenu; dans les petites cellules, le noyau paraît granuleux ou homogène, dépourvu de nucléole appréciable, et placé de manière à toucher assez souvent la paroi de la cellule.

Sous l'influence d'une solution peu concentrée de potasse ou de soude

Fig. 67. — Peau de la cuisse du nègre, vue sur une section perpendiculaire à la surface (grossissement de 250 diamètres). — *a, a*, papilles du derme ; *b*, couche la plus profonde du corps muqueux, fortement colorée et formée de cellules allongées, disposées perpendiculairement à la surface du derme ; *c*, couche superficielle du corps muqueux ; *d*, couche cornée.

caustiques, les cellules de la couche muqueuse pâlissent, se gonflent, et ne tardent pas à se dissoudre, en se réduisant en une substance muqueuse; les couches les plus profondes disparaissent les premières. L'acide acétique les altère beaucoup moins, et convient d'une manière toute spéciale pour l'étude du corps muqueux.

O. *Schrön*, à l'exemple de Oehl, divise le corps muqueux en deux couches, à la plus superficielle desquelles il donne le nom de *stratum lucidum*, ou couche de Oehl. Cette division ne me paraît pas reposer sur des raisons suffisantes, attendu que les cellules superficielles les plus aplaties et les plus transparentes de la seconde couche muqueuse se continuent insensiblement avec les cellules profondes.

Précédemment, et encore en 1858 (*Jahresb.*, p. 28), Henle avait soutenu que la couche la plus profonde de l'épiderme ne consiste qu'en une substance fondamentale avec des noyaux; mais dans son dernier ouvrage (*Splanchnologie*, p. 3), il reconnaît que dans quelques cas isolés, on y rencontre des cellules bien développées. Ces cas, d'après mes observations, sont tellement nombreux, qu'il me paraît inutile d'insister sur le petit nombre d'exceptions dans lesquelles les limites entre les cellules sont moins nettes. Rollett, Billroth et Henle parlent d'un engrènement entre l'épiderme et la peau qui a lieu dans quelques cas. Ce fait ne m'est pas inconnu; je l'explique, comme Rollett, par cette circonstance que de petits prolongements de la couche muqueuse sont enfoncés dans des dépressions de la surface dermique. Tout récemment on a constaté également un engrènement par de petits prolongements en forme d'épine dont sont munies les cellules de la couche muqueuse. O. Schrön avait le premier attiré l'attention sur un aspect strié spécial que présentent les portions superficielles des cellules de Malpighi, des épithéliums stratifiés et de l'épiderme, aspect qu'il attribuait à l'existence de canalicules très-fins (*Moleschott's Unters.*, t. IX). M. Schultze montra que cette apparence était due à de petites épines garnissant la surface des cellules, et s'engrenant mutuellement comme les fibres du cristallin de certains animaux. En conséquence, il donna à ces cellules le nom de *cellules épineuses* (*Med. Centralbl.*, 1864, n° 12; *Virch. Arch.*, t. XXX). De même que Bizzozero, je puis confirmer ces données; je dois faire remarquer cependant : 1° que souvent, chez l'homme, les prolongements de la surface des cellules sont beaucoup moins prononcés que ne le feraient présumer les dessins qu'on en a donnés, tandis que dans certains cancers épithéliaux, ils sont admirablement marqués; 2° que des cellules à crêtes plus ou moins marquées se rencontrent parfois dans la couche cornée de l'épiderme. Je ferai remarquer, du reste, que, depuis fort longtemps, j'ai décrit des cellules munies de crêtes et de fossettes dans l'épithélium de la vessie (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 307) et de la conjonctive cornéenne (*ibid.*, p. 611), et que ce sont là évidemment des formes plus simples de la même catégorie.



FIG. 68.

§ 46. **Couche cornée** (*stratum corneum*). — Elle forme la portion superficielle et demi-transparente de l'épiderme; incolore chez le blanc, elle

FIG. 68. — Quelques cellules de la couche moyenne de l'épithélium de la langue humaine; ces cellules s'engrènent par de petites épines et par des crêtes. — Grossissement de 570 diamètres.

consiste presque partout en cellules uniformément conformées et converties en lamelles. Les plus profondes de ces lamelles ont encore beaucoup de ressemblance avec les cellules superficielles de la couche muqueuse; mais déjà dans la seconde et dans la troisième couche se rencontrent des *lamelles épidermiques* ou *cornées*, dont les caractères diffèrent notablement de ceux des éléments précédents. Ce sont (fig. 69, 1, 2, 3) de véritables lamelles de peu d'épaisseur, qui, dans les portions inférieures et moyennes de la couche cornée, conservent encore une forme assez régulière, celle de polygones à quatre ou six côtés et à faces planes; mais dans les couches superficielles, leurs contours deviennent comme déchirés irrégulièrement, elles sont recourbées, repliées de différentes façons, et souvent paraissent comme ridées et plissées. Ces

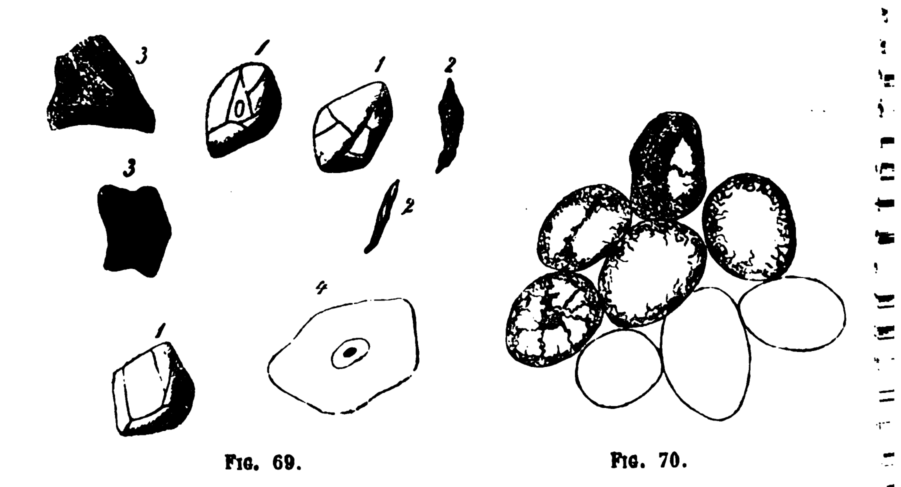


FIG. 69. FIG. 70.

lamelles doivent être considérées comme des cellules aplaties, renfermant une quantité très-minime d'un liquide visqueux, et non comme des lamelles homogènes, formées d'une même substance dans toute leur épaisseur, ainsi qu'on pourrait le croire au premier abord; en effet, sous l'influence de différents réactifs, et notamment de l'acide acétique, de la potasse et de la soude caustiques, elles se gonflent et prennent la forme de vésicules (fig. 70). On voit alors que, dans beaucoup de ces lamelles, principalement dans celles des portions moyennes et profondes de la couche cornée, il existe encore un rudiment de noyau; ce noyau se présente sous la forme d'un corpuscule aplati, homogène,

FIG. 69. — Lamelles de la couche cornée de l'homme, grossies 350 fois. — 1. Avant addition de tout réactif, et vues de face; une d'elles contient un noyau. 2. Vues de profil. 3. Traitées par l'eau, granuleuses et plus foncées. 4. Lamelle contenant un noyau, telle qu'on en rencontre sur la face externe des petites lèvres et sur le gland du pénis.

FIG. 70. — Lamelles cornées gonflées par l'ébullition dans la potasse concentrée : leur contenu est dissous en partie ou en totalité. — Grossissement de 350 diamètres.

arrondi ou allongé, de 6 à 9 μ de longueur, et de 4 à 6 μ de largeur, corpuscule qu'on aperçoit facilement lorsqu'il se présente de profil, car ses bords paraissent alors plus foncés. — Les grosses cellules qui tapissent les petites lèvres et la face interne des grandes lèvres, ainsi que celles qui couvrent le gland du pénis et la lame interne du prépuce, sont *toutes pourvues d'un noyau* (fig. 69, 4). — Le diamètre des lamelles cornées ordinaires varie entre 18 et 44 μ; le plus souvent il est de 22 à 35 μ.

Tandis que le corps de Malpighi est stratifié très-imparfaitement, excepté dans ses couches superficielles, la couche cornée présente, au contraire, dans toute son épaisseur, une *stratification* des plus évidentes. En effet, ses lamelles, juxtaposées par leurs faces, forment un certain nombre de feuillets qui varie suivant l'épaisseur de l'épiderme (fig. 67). Ces feuillets ne doivent pas être considérés comme de simples couches de cellules, nettement séparées les unes des autres; ils adhèrent entre eux et ne peuvent être démontrés qu'avec le secours du scalpel; la séparation en est plus facile sur l'épiderme qu'on a fait macérer ou bouillir dans l'eau. Les feuillets les plus profonds ont un trajet *onduleux* partout où il existe des papilles, de même que le corps de Malpighi considéré en masse; ils s'élèvent au-dessus des sommités des papilles, et s'enfoncent dans les vallons qui le séparent. Cette disposition est surtout marquée dans les régions pourvues de papilles très-développées et d'un réseau de Malpighi peu épais, principalement à la paume de la main et à la plante des pieds. Dans ces régions (voy. la figure à l'article *Glandes sudoripares*), la couche cornée pénètre si profondément entre les papilles, que ses cellules inférieures se trouvent au niveau du milieu de la hauteur de ces dernières. Lorsque les papilles sont petites, la couche cornée descend moins bas dans leur intervalle, ou même elle s'étend horizontalement au-dessus du corps de Malpighi; c'est aussi ce qui a lieu dans les régions dépourvues de papilles. Il s'ensuit que, sur une coupe horizontale, la ligne de démarcation entre la couche cornée et le corps muqueux est tantôt rectiligne et tantôt ondulée, avec des angles saillants et rentrants plus ou moins accentués. Plus on avance vers la superficie, plus la surface des feuillets de la couche cornée devient plane; mais, outre la main et le pied, où les crêtes du derme sont encore dessinées sur la face externe de l'épiderme, il y a beaucoup de régions où des coupes pratiquées verticalement font reconnaître un trajet légèrement onduleux dans les couches supérieures de cette membrane; les éminences qu'on rencontre en ces endroits suffisent à elles seules pour indiquer les points plus profonds où existent des papilles. Les lamelles cornées qui composent chaque feuillet en particulier, sont le plus souvent disposées irrégulièrement; d'autres fois elles sont rangées en cercles, comme cela se voit autour des conduits excréteurs des glandes, autour des follicules pileux et des papilles de la paume de la main et de la plante du pied; mais c'est au voisinage des orifices des glandes sudoripares que cette disposition est le plus facile à constater.

§ 47. **Couleur de l'épiderme.** — Ainsi qu'il a été dit précédemment, chez les individus de race blanche, la couche cornée est transparente et incolore, ou présente une légère teinte jaune; la couche muqueuse est blanc jaunâtre ou un peu brunâtre. C'est l'auréole et le mamelon qui présentent la coloration la plus foncée; elle peut aller jusqu'au noir brun chez les femmes en état de gestation ou chez celles qui ont déjà été mères; elle est un peu moins intense aux petites lèvres, au scrotum, au pénis, où d'ailleurs elle est très-variable, tantôt nulle, tantôt très-marquée; la cavité axillaire et le pourtour de l'anus ne viennent qu'après ces régions, qui sont plus ou moins colorées chez la plupart des individus. La coloration est plus intense chez ceux qui ont le teint foncé que chez ceux dont le teint est clair. Mais des dépôts pigmentaires plus ou moins noirâtres, prenant également naissance dans le corps de Malpighi, peuvent se faire aussi dans diverses autres régions : ainsi, chez les femmes enceintes, le long de la ligne blanche et à la face (masque); chez les individus exposés aux rayons du soleil, sur les parties habituellement découvertes; enfin chez ceux qui ont le teint foncé, sur la presque totalité du corps. Cette coloration n'est point due à des cellules spéciales; elle a son siége dans les cellules ordinaires de la couche muqueuse, autour du noyau desquelles se dépose une matière colorante, finement granulée ou homogène, ou de véritables granulations pigmentaires. Lorsque la teinte de la peau est claire, le pigment occupe seulement le voisinage des noyaux; encore n'est-ce que dans les cellules de la couche la plus profonde; sur une coupe verticale, on voit alors les papilles bordées par un petit filet jaunâtre (voy. ma *Mikr. Anat.*, pl. I, fig. 2). La nuance est-elle, au contraire, plus foncée, cela peut tenir à ce que la matière colorante a envahi deux, trois, quatre couches de cellules ou plus, et que, dans chaque cellule, elle s'est déposée dans le contenu tout entier; ou bien à ce que la coloration des couches profondes est plus foncée : ces deux causes sont ordinairement réunies. D'après Krause, les parois des cellules de la couche cornée seraient elles-mêmes le siége d'une légère coloration dans les régions pigmentées de la peau; mais on ne parviendrait à la distinguer qu'en comparant ces cellules avec celles d'une région incolore, et en choisissant, pour cette comparaison, les points les plus foncés du tégument commun. Chez le nègre et les autres races d'hommes de couleur, il n'y a aussi que l'épiderme qui soit coloré; le derme ressemble identiquement à celui de l'Européen; mais le pigment est beaucoup plus foncé et plus abondamment distribué. Chez le nègre (fig. 67, — *Mikr. Anat.*, pl. I, fig. 4 *a*), dont l'épiderme est tout à fait l'analogue de celui de l'Européen sous le rapport de l'arrangement et de la grandeur des cellules, ce sont les cellules perpendiculaires des parties les plus profondes du corps muqueux qui sont les plus riches en pigment; elles y sont d'un brun foncé ou d'un brun noir, et forment un liséré qui tranche nettement sur le derme blanc. Au-dessus d'elles se trouvent des cellules moins foncées, mais encore toujours brunes : elles sont amassées surtout dans les excavations qui séparent les papilles, mais on en voit aussi

plusieurs couches sur le sommet et sur les flancs de ces éminences; au voisinage de la couche cornée, enfin, se rencontrent des couches d'un brun jaunâtre ou jaunes, souvent assez pâles et transparentes. Toutes ces cellules sont colorées de part en part, la membrane seule fait exception; les parties qui touchent au noyau sont les plus foncées, et l'emportent de beaucoup, sous le rapport de la coloration, sur tous les autres points de la cavité de la cellule. La couche cornée du nègre a aussi une légère teinte jaunâtre ou brunâtre. — Sur la peau jaunâtre d'une tête de Malais, qui fait partie de la collection anatomique de Würzbourg, j'ai trouvé une coloration analogue à celle du scrotum d'un Européen à teint foncé. Ainsi, l'épiderme des races de couleur ne se distingue pas essentiellement de celui des parties pigmentées des blancs; ou plutôt il ressemble presque complétement à celui de certaines régions, de l'auréole du mamelon, en particulier.

§ 48. **Épaisseur de l'épiderme.** — Elle varie entre 30 μ et $3^{mm},75$, ce qui tient surtout à l'épaisseur très-inégale de la couche cornée; dans la plupart des régions, l'épiderme a une épaisseur comprise entre 50 et 220 μ.

Pour ce qui est de l'épaisseur comparative de la *couche muqueuse* et de la *couche cornée*, je trouve qu'en certaines régions la première l'emporte constamment sur la seconde; c'est ce qui a lieu sur toute la face, au cuir chevelu, au pénis, au gland, au scrotum, au mamelon et sur la mamelle, chez l'homme, aux grandes et aux petites lèvres, au dos et au cou.

L'épaisseur absolue de la couche de Malpighi, à la base des papilles, varie entre 16 et 360 μ. Quand elle l'emporte sur celle de la couche cornée, elle atteint en moyenne 90 μ; dans les points où elle est plus faible, 20 à 40 μ. En beaucoup d'endroits, l'épaisseur de la couche cornée n'est que de 11 μ, tandis qu'ailleurs elle peut aller jusqu'à 2 millimètres et plus; là où elle dépasse celle de la couche de Malpighi, elle comporte généralement de 220 à 900 μ; dans les régions où elle lui est inférieure, elle n'a que 20 μ.

§ 49. **Accroissement, régénération et développement de l'épiderme.** — Bien que l'épiderme, de même que toutes les productions épidermiques, constitue à vrai dire une formation invariable, il n'en présente pas moins de tout temps, à un degré plus ou moins marqué, des phénomènes de croissance, ou pour mieux dire de régénération, ayant pour but de remplacer les couches extérieures, détruites accidentellement. Il y a là bien certainement une multiplication par division continue des éléments de la couche muqueuse, en même temps que les couches superficielles de celle-ci se transforment incessamment en éléments de la couche cornée. Mais en ce qui concerne les phénomènes intimes de cette transformation, nous sommes encore dans une grande ignorance. Il est probable cependant que

ce sont principalement les cellules allongées et les plus profondes du corps muqueux qui sont le siége de cette multiplication.

L'épiderme dérive du feuillet corné de l'embryon et se compose chez l'homme, dès la cinquième semaine, de deux couches de cellules, qui forment la première trace du réseau de Malpighi et de la couche cornée.

Plus tard, la couche la plus profonde gagne en épaisseur par le fait de la multiplication incessante de ses éléments, dont les plus superficiels se transforment continuellement en lamelles cornées. Quant à la manière dont l'épiderme croît en surface, il est constant, comme Harting l'a fait remarquer avec raison (*Recherches micrométr.*, p. 47), que les dimensions des petites squames épidermiques sont à peu près les mêmes chez le fœtus et chez l'adulte ; par conséquent, le grossissement des éléments épidermiques doit entrer pour très-peu de chose dans l'explication de l'agrandissement total de l'épiderme. Pour concevoir comment l'épiderme, membrane tout à fait inextensible, peut recouvrir toujours le derme et le corps muqueux, qui se développent sur une surface de plus en plus grande, il est de toute nécessité, à mon avis, d'admettre qu'il se fait, après la naissance, une série de desquamations analogues à celles qui ont lieu, ainsi que je l'ai démontré, pendant la vie intra-utérine (*Mikr. Anat.*, II, 1, § 21).

Dans le cul-de-sac profond qui entoure le gland du pénis et du clitoris, il se fait constamment une élimination et une reproduction de petites lamelles épidermiques, lesquelles, en cet endroit, ont une consistance molle et sont pourvues de noyaux. L'accumulation de ces lamelles éliminées, auxquelles se joint, chez l'homme, le produit de la sécrétion des glandes sébacées du prépuce (voy. plus bas), constitue la matière sébacée ou *smegma* du prépuce. A moins de maladies spéciales, on ne voit pas, chez l'homme, de ces mues ou éliminations complètes de toute la couche cornée de l'épiderme, telles qu'on les rencontre chez l'embryon et chez beaucoup d'animaux. Mais la puissance régénératrice de l'épiderme peut se manifester aussi d'une manière différente de celle que nous venons de signaler : ainsi de petites portions d'épiderme excisées se reproduisent très-facilement et même assez promptement, pourvu que le derme n'ait pas été lésé. Cette régénération ne résulte pas de dépôts épidermiques qui se feraient directement dans le fond de la plaie ; elle tient à ce que l'épiderme tout entier se développe dans la profondeur. Lorsque la lésion intéresse aussi le derme, la cicatrice qui le remplace se recouvre bien d'une pellicule épidermique nouvelle ; mais celle-ci ne présente ni sillons, ni aspérités sur aucune de ses faces, par la raison que le nouveau derme ne possède ni crêtes, ni papilles. Quand l'épiderme est soulevé en forme de bulles, sous l'influence de substances irritantes, telles que le tartre stibié, ou par l'action peu prolongée du calorique, la paroi de ces bulles, formée par la couche cornée et par quelques couches de cellules du corps muqueux, ne se recolle jamais ; dans ces cas, une couche cornée nouvelle se forme peu à peu aux dépens de la masse principale du corps muqueux, qui était resté appliqué en grande partie sur le corps papillaire. Les épaississements morbides de l'épiderme sont extrêmement fréquents (cors, durillons, ichthyose, cornes, etc.) : l'épiderme, dans ces cas, peut acquérir une épaisseur très-grande et une texture toute spéciale, notamment une texture fibreuse.

La manière dont ont lieu l'accroissement et la régénération de l'épiderme n'a pas encore été suffisamment élucidée. Néanmoins, s'il était permis de conclure d'après nos connaissances sur l'épiderme des amphibies et sur les épithéliums stratifiés

njonctive), on pourrait considérer les cellules perpendiculaires les plus profondes corps de Malpighi comme le siége principal de la multiplication des cellules. On sultera surtout à cet égard les recherches de A. Schneider (*Würzb. nat. itschr.*, t. III, p. 105).

Tout récemment, O. Schrön a émis, sur la formation de la couche cornée de piderme, une opinion toute particulière, d'après laquelle cette couche serait prote par les glandes sudoripares et peut-être aussi par les glandes sébacées, st-à-dire résulterait d'une sécrétion de cellules cornées fournie par ces glandes. ne connais aucun fait qui démontre que cette sécrétion a lieu à l'état normal. illeurs la couche cornée existe chez l'embryon, avant que les glandes sudoripares ont développées. D'autre part, il y a des régions dépourvues de glandes oripares, et qui n'en possèdent pas moins une couche cornée. Enfin, toutes les ductions épidermiques d'un certain volume (ongles, poils, plumes, écailles, etc.) éveloppent sans l'intermédiaire des glandes, et ces derniers organes ne peuvent e placés sur la même ligne que la couche cornée, comme Schrön tend à le faire ire.

Le pigment du réseau de Malpighi ne se produit dans les races de couleur, comme z l'Européen, qu'après la naissance. Mais chez le nègre les bords des ongles, réole du mamelon et les parties génitales prennent une teinte foncée dès le isième jour, et du cinquième au sixième jour la coloration noire envahit toute la face du corps.

Pour étudier la peau, on se servira avec avantage de sections verticales et horitales faites sur des préparations fraîches, sèches ou cuites. La macération, la sson, et là où l'épiderme n'est pas épais (parties génitales, par exemple), l'acide tique et la potasse peuvent servir à faciliter la séparation de grands lambeaux dermiques, qui permettent d'étudier très-commodément la face interne de l'épime, ainsi que les papilles du derme. On a aussi, dans ces agents, un excellent yen de découvrir ces dernières, qu'elles soient isolées ou réunies par groupes; des sections horizontales de la peau fraîche, faites à travers les papilles et les ches profondes de l'épiderme, il est très-facile et très-expéditif de déterminer le e et le nombre des papilles. Les vaisseaux de la peau doivent être étudiés, à t frais, dans des régions où cette membrane est mince (parties génitales, lèvres); tout ailleurs cette étude ne peut être faite qu'après injection. On étudiera les fs de la peau sur des coupes verticales, sur des papilles isolées ou sur des lamux de peau très-minces (prépuce, gland, paupière, conjonctive oculaire), en les sant d'acide acétique et de soude caustique, ou d'après la méthode de Gerber le Krause. Gerber commence par rendre la peau translucide par la coction; il la e ensuite quelques heures dans l'huile de térébenthine, jusqu'à ce que les nerfs nt devenus blancs et brillants; puis il en examine des tranches verticales trèsces, obtenues au moyen du couteau double. D'après Krause, on voit très-bien nerfs de la peau sur des pièces traitées par l'acide nitrique, quand l'action réactif est au degré convenable. Pour les bulbes terminaux, on choisira ici des ions de conjonctive fraîches ou rendues transparentes par quelques jours de mation dans l'acide acétique. Le tissu élastique de la peau devient très-évident s l'influence de l'acide acétique, de la potasse et de la soude. On peut isoler lement les muscles lisses dans le dartos, plus difficilement dans le pénis et dans réole, où il faut déjà une certaine habitude pour les trouver à l'œil nu dans tous cas. Ceux des follicules pileux se voient bien quand on a placé sous le microscope follicule isolé avec les glandes sébacées qui s'y rattachent, surtout en se servant ide acétique; sur des sections verticales faites à travers des lambeaux de peau a soumis à l'ébullition, ils se montrent sous la forme de petits faisceaux rerrant les glandes sébacées (Henle, Eylandt, Lister). L'étude des cellules graises donne d'excellents résultats quand on se sert d'un sujet maigre; leurs memes et leurs noyaux se voient alors très-facilement; sinon on découvrira aisément premières après avoir enlevé la graisse au moyen de l'éther. Les noyaux sont

plus difficiles à trouver, mais ils se rencontrent çà et là sur des cellules pleines. Le corps de Malpighi doit être examiné principalement sur des coupes verticales de la peau fraîche, ou traitée soit par l'acide acétique, soit par la potasse étendue; la couche cornée, sur des coupes verticales et horizontales traitées par les alcalis. Mais la simple macération dans l'eau suffit déjà pour dissocier les éléments de cette couche, qu'un certain exercice apprend à reconnaître même sur des pièces fraîches, examinées par le côté et de face.

Bibliographie de la peau. — Gurlt, *Vergl. Unters. über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere*, etc., dans *Müll. Arch.*, 1835, p. 399. — Raschkow, *Meletemata circa mammal. dentium evolut.* Vratisl., 1835. — Simon, *Ueber die Structur der Warzen und über Pigmentbildung in der Haut*, dans *Müll. Arch.*, 1840, p. 167. — Krause, article *Peau*, dans *Wagner's Handw. der Physiol.*, II, 1844, p. 127. Kölliker, *Zur Entwickelungsgeschichte der äussern Haut*, dans *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. II, p. 67; *Histologische Bemerkungen*, *ibid.*, t. II, p. 118. — K. Langer, *Zur Anatomie und Phys. der Haut*, in *Wiener Sitzungsb.*, t. XLIV et XLV. — Eylandt, *De musculis organicis in cute humana obviis*. Dorp. Liv., 1850. — J. Lister, *Obs. on the Muscular Tissue of the Skin*, dans *Quart. Journ. of Micr. Science*, 1853. — Sappey, in *Gaz. med.*, 1863, n° 24, Muscles cutanés. — C. Oehl, *Indagini di anat. micr. per servire allo studio dell epidermide e della cute palmare*. Milano, 1857, avec 8 planches. — Leydig, *Ueber die äuss. Bedeckungen der Säugethiere*, in *Müll. Arch.*, 1859, p. 677. — O. Schrön, *Contrib. alla anatomia*, etc., *della cute umana*. Torino e Firenze, 1865. — Pour les *corpuscules du tact*, voy. R. Wagner, dans *Allg. Augsb. Zeit.*, janv., févr. 1852; *Götting. Nachr.*, 1852, n° 2; *Müll. Arch.*, 1852, p. 493; Kölliker, dans *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, IV, p. 1 et VIII; G. Meissner, *Beiträge zur Anatomie und Phys. der Haut*. Leipzig, 1853; Nuhn, dans *Ill. med. Zeit.*, II, 2ᵉ cahier; Gerlach, *ibid.*; Ecker, *Icon. phys.*, pl. XVII; Huxley, in *Microsc. Journ.*, t. II, p. 3. — Leydig, in *Müll. Arch.* 1856. — W. Krause, *Die Terminalkörperchen der einfach sensiblen Nerven*, Hannover 1860, et *Anatom. Unters.*, 1861. Dans le premier de ces ouvrages, la bibliographie des *corpuscules du tact* est tellement complète, qu'il est inutile de donner ici d'autres indications à cet égard. — Pour les *corpuscules de Pacini*, voy. Pacini, *Nuovi organi scoperti nel corpo umano*. Pistoja, 1840. — Henle et Kölliker, *Ueber die Pacinischen Körperchen des Menschen und der Thiere*. Zürich, 1844. — Herbst, *Die Pacinischen Körp. u. ihre Bedeutung*. Gött., 1847. — Will, in *Sitzungsber. der Wien. Akad.*, 1850. — Leydig, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. LXXV. — Kölliker, *ibid.*, p. 118. — Keferstein, in *Gött. Nachr.*, 1858, n° 8. — Les travaux les plus récents sur les *terminaisons des nerfs dans la peau* et sur les *corpuscules du tact* en général sont ceux de : C. Lüdden, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XII, p. 470. — J. Arnold, in *Virchow's Arch.*, XXIV, p. 250; XXVII, p. 399. — W. Krause, in *Gött. Nachr.*, 1863, n° 9. — W. Engelmann, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XIII, p. 475. — H. Hoyer, in *Müll. Arch.*, 1864, p. 213; 1865, p. 207. — G. V. Ciaccio, in *Med. Centralbl.*, 1864, n° 26. — A. Rauber, *Vater'sche Körperchen der Bänder und Periostnerven*. München, 1865 (dissert.). — M. Szabodföldi, in *Moleschott's Unters.*, t. IX, p. 624. — Les cellules à épines de l'épiderme sont étudiées par O. Schrön, in *Moleschott's Untersuch.*, IX, p. 93. — M. Schultze, in *Med. Centralblatt*, n° 12, 17. — Virchow, *ibid.*, n° 15, 19. — M. Schultze, in *Virch. Arch.*, XXX. — G. Bizzozero, in *Ann. univ. di Med.*, oct. 1864. — On tiendra aussi grand compte des ouvrages de Simon (*Die Hautkrankheiten durch anatomische Untersuchungen erläutert*, 2ᵉ édit., Berlin, 1851); de Bärensprung (*Beiträge zur Anat. und Pathol. der menschlichen Haut*, 1848), et de Krämer (*Ueber Condylome und Warzen*, Göttingen, 1847). Des figures ont été publiées par R. Wagner, *Icon. phys.*; par Berres, planches VI, VII, et XXIV; par Arnold, *Icon. org. sens.*, planche XI; par Hassall, planches XXIV, XXVI et XXVII; par l'auteur (*Mikr. Anat.*, pl. I), et par Ecker, *Icon. phys.*, pl. XVII.

SECTION II

DES ONGLES.

§ 50. **Des diverses parties de l'ongle.** — Les ongles, *ungues*, ne sont autre chose que *des portions d'épiderme qui ont subi des modifications spéciales;* de même que l'épiderme, ils se composent de deux couches, d'une *couche muqueuse et molle*, et d'une *couche cornée*, ou *ongle proprement dit.*

La région du derme sur laquelle repose l'ongle, *derme sous-onguéal* ou *lit de l'ongle,* offre une structure exactement semblable à celle des autres portions de cette membrane; elle est quadrilatère, allongée, bombée au milieu, déprimée en avant et en arrière, mais surtout sur les côtés. Ses portions antérieures et moyennes se montrent à découvert lorsque la macération a détaché à la fois l'ongle et l'épiderme; ses bords latéraux et sa portion postérieure, au contraire, sont recouverts par un pli du derme qui s'avance sur l'ongle, pli arrondi et peu saillant en avant, tranchant et profond en arrière : c'est le *pli sus-onguéal;* en s'unissant avec le lit de l'ongle, il forme un cul-de-sac, la *rainure onguéale,* qui reçoit les bords latéraux de l'ongle, ainsi que la portion postérieure de sa racine, dans une étendue de 4 à 7 millimètres (fig. 71, 73).

La surface du *lit de l'ongle* est garnie de *petites crêtes* spéciales, analogues à celles de la paume de la main et de la plante du pied (fig. 71 *a*). Elles

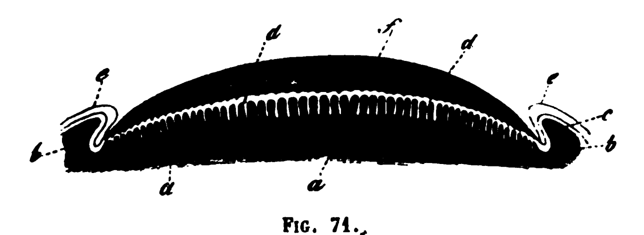


FIG. 71.

commencent au fond de la rainure onguéale, au niveau du bord postérieur du lit de l'ongle, et partent toutes du milieu de ce bord comme d'un pôle, ainsi que Henle le dit très-bien (page 285 de la traduction française). Les crêtes médianes se portent directement en avant, celles qui sont sur les côtés décrivent d'abord un arc, d'autant plus grand qu'elles sont plus externes, pour se diriger ensuite en avant comme les premières. A une distance de 6 à 8 millimètres de leur origine, les crêtes deviennent tout d'un coup plus élevées, plus saillantes, et se changent en véritables lames de

FIG. 71. — Section transversale du corps et du lit de l'ongle, grossie environ 8 fois. — *a*, lit de l'ongle avec ses crêtes (partie noire); *b*, derme des parties latérales du pli sus-onguéal; *c*, couche de Malpighi de ce dernier; *d*, couche de Malpighi de l'ongle, avec ses crêtes (partie blanche); *e*, couche cornée au niveau du pli sus-onguéal; *f*, couche cornée de l'ongle ou substance de l'ongle proprement dit, garnie de petites dentelures à sa face inférieure.

56 à 225 μ de hauteur, lames qui vont gagner en droite ligne le bord antérieur du lit de l'ongle, où elles se terminent brusquement. La limite entre les petites crêtes et les lames est figurée par une ligne convexe en avant, qui divise le lit de l'ongle en deux moitiés inégales et de couleur différente : la portion postérieure, plus petite, pâle et couverte en grande partie par le pli sus-onguéal, répond à la racine de l'ongle ; la portion antérieure, plus grande et colorée en rouge, est recouverte par le corps de l'ongle. Les crêtes et les lames du lit de l'ongle varient en nombre entre 50 et 90 ; leur bord libre est garni d'une série de papilles très-courtes, dirigées en avant, de 18 à 36 μ de hauteur, mais qui, d'après Reichert et Ammon, peuvent manquer sur les portions moyennes et postérieures des véritables lames, ou du moins y être très-écartées les unes des autres (R. Wagner). En outre, j'ai trouvé, comme Henle, au fond de la rainure onguéale, quelques plis transversaux pourvus de papilles plus fortes, qui sont dirigées en avant, et mesurent 160 à 220 μ de hauteur ; à la partie antérieure, là où les lames cessent, il existe également quelques longues papilles isolées. Sur le lit de l'ongle du petit orteil, très-souvent les papilles ne reposent pas sur des crêtes et affectent une distribution irrégulière. La face inférieure du pli sus-onguéal n'offre pas de crêtes ; à peine y voit-on çà et là quelques rares papilles. Celles-ci redeviennent assez longues sur le bord de ce pli, d'où elles gagnent sa face supérieure, qui ne diffère en rien du derme du dos des doigts et des orteils.



Fig. 72.

Le derme qui constitue le pli sus-onguéal et le lit de l'ongle, est dense et presque entièrement privé de graisse, même dans ses parties profondes ; les crêtes, les lames et leurs papilles sont très-riches en fibres élastiques fines. Il existe de nombreux vaisseaux sanguins, surtout dans la portion antérieure du lit de l'ongle ; ils sont plus rares en arrière, dans la portion recouverte par la racine de l'ongle, et dans la rainure onguéale ; leurs capillaires, qui ont 11 à 18 μ de diamètre, occupent le bord des lamelles, pénètrent même dans les papilles là où celles-ci sont très-développées, et forment souvent des anses multiples (fig. 72). Profondément, les *nerfs* se comportent comme dans le derme ; mais à la superficie, je n'ai aperçu jusqu'ici ni anses, ni divisions terminales ; en général, je n'ai pu, non plus que R. Wagner, trouver de nerfs dans les lames.

Dans l'*ongle* lui-même, on distingue une *racine*, un *corps* et un *bord libre* (fig. 73). La *racine*, qui est molle (fig. 73 *l*), a les mêmes dimensions que la portion postérieure du lit de l'ongle, celle qui porte des crêtes ; tantôt elle est cachée entièrement dans la rainure, tantôt elle est à découvert dans une portion de son étendue, portion semi-lunaire, qu'on appelle

Fig. 72. — Capillaires du lit de l'ongle, d'après Berres.

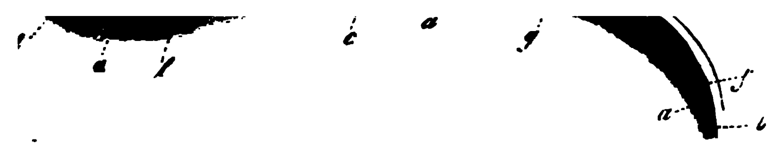


Fig. 73.

les de la rainure onguéale, tandis que sa face inférieure repose sur tion antérieure du lit de l'ongle. Son bord libre, enfin (*m*), se dirige ement en avant chez les personnes qui ont l'habitude de couper ongles ; on prétend que, dans le cas contraire, les ongles se recour- en bas, autour de la pulpe des doigts, de sorte que leur longueur peut atteindre jusqu'à 5 centimètres.

face inférieure du corps et de la racine de l'ongle reproduit exacte- la forme du lit de l'ongle ; on y trouve, par conséquent, des lames, êtes et des sillons disposés de la même manière que sur le lit de e. La seule différence qu'on y observe, c'est que les lames n'y sont rnies de papilles, et que leur bord libre est rectiligne ; les sillons, ntraire, au lieu d'être partout également profonds, comme cela a lieu lit de l'ongle, sont ici pourvus de petites dépressions servant à loger pilles. De cette pénétration réciproque des éminences et dépressions ngle et du derme sous-onguéal, résulte une adhérence intime de ces s entre elles, adhérence qui devient plus solide encore parce que la férieure du pli sus-onguéal s'applique sur les bords du corps de e et sur sa racine.

t que l'ongle occupe sa position normale, il est blanc et transparent a portion libre, rougeâtre au niveau de son corps, à l'exception d'un séré blanc situé immédiatement derrière le commencement du bord

par transparence. Séparé de l'épiderme et du derme, l'ongle est assez régulièrement blanchâtre et translucide dans toutes ses parties; toutefois la racine est un peu plus blanche que le corps.

§ 51. **Structure de l'ongle.** — La partie profonde de l'ongle est constituée par une *couche muqueuse* molle et blanchâtre, séparée de la couche cornée ou de l'ongle proprement dit par une limite encore plus nette que celle qui existe entre les deux couches de l'épiderme ordinaire. Cette couche muqueuse recouvre toute la face inférieure de la racine et du corps de l'ongle, quelquefois aussi une petite portion de la face supérieure de la racine; les lames que nous avons décrites plus haut sur la face inférieure de l'ongle, en sont une dépendance. Elle a une épaisseur de 270 μ sur la face inférieure de la racine, tout en arrière; de 310 μ sur sa face supérieure; de 540 μ à 600 μ à la partie antérieure de la racine; de 90 à 110 μ sous le corps de l'ongle, au niveau des lames, en arrière et sur ses bords; de 140 ou 180 à 210 μ à son milieu; et de 70 à 90 μ entre les lames.

La couche muqueuse de l'ongle est composée, dans toute son épaisseur, de cellules à noyau, de même que celle de l'épiderme, dont elle ne diffère, du reste, que parce qu'elle renferme, dans sa partie profonde, plusieurs couches de cellules allongées, placées verticalement et ayant 9 à 15 μ de hauteur; ce sont ces cellules qui lui donnent une certaine apparence fibreuse, et qui ont conduit Günther à admettre l'existence de glandes particulières au-dessous de l'ongle. D'après Béclard (*Anat. gén.*, p. 359), la couche muqueuse de l'ongle du nègre est noire, et suivant Krause (*loc. cit.*, p. 124), ses cellules verticales contiennent des noyaux d'une couleur brun foncé chez les nègres, d'un jaune brunâtre chez les Européens bruns. Hassall (p. 252) assure que les jeunes cellules de l'ongle, c'est-à-dire celles de la couche muqueuse, contiennent généralement du pigment; c'est aussi ce que j'ai vu, au moins dans quelques cas isolés. Les cellules superficielles de cette portion de la couche muqueuse qui est *recouverte par le corps de l'ongle*, sont considérées par Reichert, je ne sais trop pourquoi, comme la couche cornée de l'épiderme, qui se réfléchirait d'avant en arrière, en passant au-dessous de l'ongle; mais les cellules en question contiennent *toutes* des noyaux, et sont conformées comme les cellules du reste de la couche muqueuse. Dans certains cas, cependant, il arrive que des groupes arrondis de cellules de la couche muqueuse sous-onguéale se transforment en lamelles cornées (Ammon), qui peuvent même être situées dans l'épaisseur du derme (Virchow); c'est ce qui a conduit à admettre des organes vésiculeux existant dans le lit de l'ongle (Rainey) entre la racine et le corps.

La *couche cornée de l'ongle, substance onguéale proprement dite* (fig. 71 *f*; 73 *k*, *l*, *m*; 74 *e*), est cette partie dure et rigide qui forme le bord libre et la portion superficielle de l'ongle. La face inférieure de cette couche est plane dans sa partie la plus reculée, près de la racine; plus en avant, elle

fre de petites crêtes aiguës, que séparent de larges sillons, et qui pénè-
ent dans les sillons de la couche muqueuse de l'ongle ; sur des coupes
ansversales, ces crêtes de la substance onguéale se voient (fig. 71 et 74)
us l'apparence de dents aiguës,
ant 22 à 45 μ de longueur : c'est
ès des bords de l'ongle qu'elles
nt le plus développées, en gé-
ral ; elles y atteignent jusqu'à
) et 140 μ, et leur nombre ré-
nd exactement à celui des la-
elles de la face inférieure du
rps de Malpighi. Vue dans son
semble, la face supérieure de
substance onguéale est plane ;
ais là encore se présentent des
ries longitudinales et parallèles,
uvent très-distinctes, ou bien
e petites crêtes, dernières traces,
rt légères, des inégalités du lit
e l'ongle.

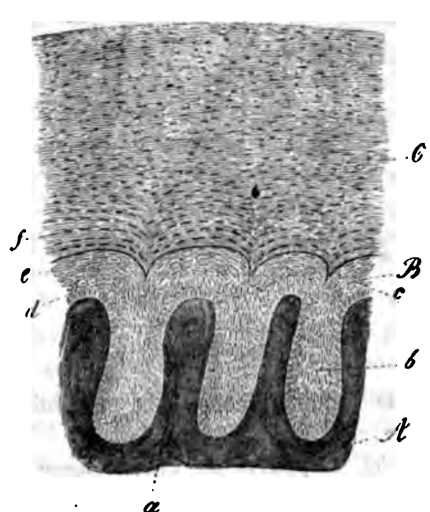


Fig. 74.

L'*épaisseur* de cette partie de
ongle augmente, en général,
'arrière en avant, de manière que la portion antérieure du corps de
ongle est au moins trois fois plus épaisse que la racine ; elle diminue
nsuite un peu vers le bord libre (de 670 à 900 μ). Les sections transversales
e l'ongle n'offrent pas non plus une épaisseur uniforme, si ce n'est au
ord postérieur de la racine ; l'ongle s'amincit considérablement sur les
ôtés, si bien que la portion contenue dans la rainure n'a plus que 140 à
70 μ, et se termine par un bord tranchant.

Quant à la *structure de la substance onguéale proprement dite*, il importe
'examiner des sections perpendiculaires de l'ongle, prises notamment après
ddition d'un alcali ou d'un acide minéral, réactifs qui gonflent les cellules
le l'ongle et qui, sous l'influence de la chaleur, les isolent les unes des
utres (fig. 75). On reconnaît alors que la couche cornée se compose de
amelles unies solidement entre elles et n'offrant aucune limite distincte ;
ue chaque lamelle est formée d'une ou de plusieurs couches de squames ou
cailles aplaties, polygonales, munies de noyaux ; enfin que ces squames,
bstraction faite des noyaux, ressemblent assez bien à celles de la couche
ornée de l'épiderme, et sont un peu plus épaisses et moins larges dans

Fig. 74. — Section transversale du corps de l'ongle, grossie 350 fois. — A. derme du lit
e l'ongle. B, couche muqueuse de l'ongle. C, sa couche cornée ou substance de l'ongle
roprement dit. — *a*, lames du lit de l'ongle ; *b*, lames du corps de Malpighi ; *c*, crêtes de la
ubstance onguéale proprement dite ; *d*, cellules perpendiculaires et profondes de la couche
uqueuse de l'ongle ; *e*, cellules superficielles et aplaties ; *f*, noyaux de la substance onguéale
roprement dite.

les couches inférieures que dans les couches supérieures. Comme diamètre moyen de ces écailles, on peut admettre 27 à 36 μ; c'est celui qu'elles présentent lorsqu'elles ont été traitées par l'acide sulfurique, qui, du reste, les altère très-peu, ou quand la potasse ou la soude commencent à agir sur elles. — Relativement à l'arrangement des lamelles, Virchow conclut de leur trajet sur des ongles épaissis pathologiquement, qu'elles se recouvrent à la façon des tuiles d'un toit, et que le bord extérieur d'une lamelle dépasse toujours et recouvre le bord correspondant de la lamelle placée plus profondément.

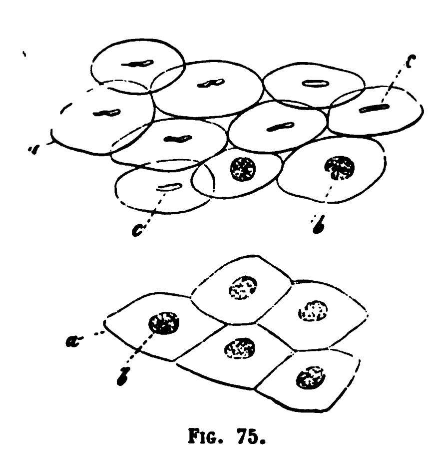


Fig. 75.

§ 52. **Rapports de l'ongle avec l'épiderme; accroissement et développement de l'ongle.** — Avant tout, je prierai le lecteur de se reporter aux sections verticales et transversales représentées par les figures 71 et 73. On y voit que, tandis que la couche muqueuse de l'épiderme se continue d'une manière non interrompue et sans limite distincte avec celle de l'ongle, la couche cornée ne se continue directement nulle part avec la substance de l'ongle, mais plutôt forme à l'ongle une espèce de gaîne, qui rappelle en quelque sorte celle des poils, mais qui est beaucoup plus incomplète que cette dernière. On peut considérer l'ongle comme une portion de la couche cornée de la dernière phalange des doigts et des orteils, modifiée de telle façon que ses lamelles à noyaux sont devenues plus dures et jouissent de propriétés chimiques un peu différentes.

Les ongles croissent indéfiniment lorsqu'on les coupe de temps en temps ; dans le cas contraire, leur accroissement est limité. C'est ce qui se voit dans les maladies qui exigent un long séjour au lit et chez les peuplades de l'Asie orientale, dont les ongles atteignent une longueur d'un pouce et demi à deux pouces (de deux pouces chez les Chinois, d'après Hamilton), et se recourbent autour des extrémités des doigts et des orteils.

Pendant que l'ongle grandit, la couche muqueuse ne change nullement de place ; la couche cornée, au contraire, est sans cesse poussée d'arrière en avant par un mécanisme facile à comprendre. Les éléments de cette couche résultent de la transformation en corne des cellules de la couche

Fig. 75. — Lamelles d'un ongle qu'on a fait bouillir dans la soude, grossies 350 fois. — A, lamelles vues de profil. B, vues de face. — *a*, membrane des éléments de l'ongle gonflés ; *b*, noyaux vus de face ; *c*, noyaux vus de profil.

uqueuse ; or, cette transformation a lieu sur tous les points où les deux ouches sont en contact, en d'autres termes, sur toute *la face inférieure de ongle, à l'exception de son bord antérieur ou libre ;* dans beaucoup d'ongles, *sur une petite portion de la face supérieure de la racine ;* enfin, *le long u bord postérieur de cette dernière.* Mais ce sont les diverses parties de la acine qui croissent le plus rapidement ; le corps de l'ongle se forme bien lus lentement. La preuve qu'il en est ainsi, c'est que l'ongle n'est guère lus mince au niveau de la limite entre la racine et le corps que dans le orps lui-même, et que la métamorphose des cellules de Malpighi en lamelles onguéales, facile à démontrer sur la racine, est au contraire ifficile à voir sur le corps de l'ongle, où elle a même été niée complétement par Reichert ; mais je suis loin de partager l'avis de cet auteur voy. *Mikr. Anat.*, p. 90, 91). Par suite de ce développement incessant de ouvelles cellules au niveau du bord de la racine, et aussi à sa face inférieure, comme je l'admets avec Reichert, l'ongle croît donc vers un plan ntérieur ; tandis qu'il s'épaissit parce que des cellules se juxtaposent à sa ace inférieure. L'accroissement en longueur l'emporte de beaucoup sur elui en épaisseur, d'abord parce que les cellules, arrondies dans le rincipe, s'aplatissent et s'allongent en même temps qu'elles cheminent 'arrière en avant et de bas en haut ; et ensuite parce que la production e cellules est beaucoup plus active à la racine qu'au corps. Les lamelles e l'ongle, une fois formées, sont poussées en avant et en haut, et deviennent de plus en plus plates et dures, mais sans perdre jamais leurs noyaux. es changements sont les seuls que subissent les éléments de la couche ornée de l'ongle, éléments dont les caractères anatomiques et physiologiques sont, en général, les mêmes que ceux des poils à l'état de développement complet, et que ceux de la couche cornée de l'épiderme.

C'est au troisième mois de la vie intra-utérine que commence le *développement* de l'ongle ; à cette époque, le lit de l'ongle et la rainure onguéale se distinguent du reste du derme par suite d'une hypertrophie ocale de ce dernier, d'où résulte le pli sus-onguéal. Au début, le lit de ongle est recouvert de cellules analogues à celles qui forment l'épiderme ans les autres régions. Au quatrième mois, on voit apparaître, entre la ouche cornée, composée d'une couche unique de cellules, et la couche uqueuse du lit de l'ongle, une couche simple de lamelles aplaties, ntimement unies entre elles ; ces lamelles, qui contiennent un noyau et esurent 20 µ, doivent être considérées comme les premiers rudiments e l'ongle, lequel, par conséquent, est d'abord complétement enveloppé ar l'épiderme, et de même que le poil, se développe simultanément, *in to*, sur toute la surface du lit de l'ongle. La formation de l'ongle, du este, a certainement pour point de départ les cellules de la couche uqueuse, et c'est aussi cette dernière qui, en lui fournissant de nouvelles ellules, opère l'épaississement de l'ongle ; son épaisseur, y compris celle e la couche muqueuse, est de 54 µ au cinquième mois. En même temps l croît en largeur et en longueur par ses bords et par sa racine ; mais

jusqu'à la fin du cinquième mois, il reste caché sous la couche cornée de l'épiderme et dépourvu de bord libre. Celui-ci n'apparaît que dans la seconde moitié du sixième mois, de sorte que dans le courant du septième mois, à part sa dureté moindre et ses dimensions plus restreintes, il ne diffère plus en rien de l'ongle complétement développé. Chez le nouveau-né, les ongles, au niveau du corps, ont une épaisseur totale de 600 à 800 μ, et se font remarquer par un bord libre très-mince, qui dépasse considérablement l'extrémité des doigts; ce bord libre, qui peut mesurer jusqu'à 4,5 millimètres de longueur, est évidemment constitué par l'ongle d'une époque antérieure, du sixième mois environ, qui a été poussé en avant par suite des progrès du développement, et qui tombe après la naissance. Ce phénomène, d'ailleurs, se répète plusieurs fois jusqu'au moment où l'ongle a acquis tout son développement.

Pour *étudier* les cellules et les lamelles de l'ongle, on se servira de préférence de tranches fines d'un ongle frais, traité ou non par les réactifs. Parmi ces derniers, les plus utiles sont la soude et l'acide sulfurique, dont l'effet est de gonfler les lamelles onguéales. Si l'on veut examiner les rapports des diverses parties de l'ongle entre elles et avec l'épiderme, l'ongle sera séparé du derme par la macération ou par la coction dans l'eau; on verra alors qu'il s'enlève avec l'épiderme, et des coupes transversales et longitudinales permettront de déterminer les rapports de ces deux parties: la même préparation servira à faire voir très-nettement le lit de l'ongle, ses lames et ses crêtes, la rainure onguéale, ainsi que les lames de la couche de Malpighi. Comme sur un ongle ainsi détaché il serait difficile de faire des coupes très-fines à travers les parties les plus importantes, c'est-à-dire les bords et la racine, il sera nécessaire d'avoir sous la main des ongles frais et des ongles enlevés avec le derme et desséchés; ces derniers pourront servir à élucider tous les détails de structure, car on peut en détacher des portions qui se gonflent très-facilement dans l'eau, et qui, traitées par l'acide acétique et la soude, montrent très-nettement la structure des diverses couches.

Bibliographie des ongles. — A. Lauth, *Sur la disposition des ongles et des poils. Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, 1830-34. — Gurlt, *Ueber die hornigen Gebilde des Menschen undder Haussaügethiere*, in *Müll. Arch.*, 1836, p. 262. — Reichert, dans *Müll. Arch.*, 1841, 1851 et 1852 *Jahresbericht.* — O. Kolhrausch, *Recension von Henle's allgem. Anatomie*, in *Göttinger Anzeigen*, 1843, p. 24. — Rainey, *On the Structure and Formation of the Nails of the Fingers and Toes*, in *Transact. of the Microsc. Society*, mars 1849. — Berthold, *Beobachtungen über das quantitative Verhältniss der Nagel- und Haarbildung beim Menschen*, in *Müll. Arch.*, 1850. — R. Wagner, in *Müll. Arch.*, 1852, p. 500, pl. XIII, fig. 1. — Virchow, *Zur normal. u. path. Anat. der Nägel, u. d. Oberhaut*, in *Würzb. Verh.*, V, p. 86. — Henle, in *Splanchnologie*, 1862.

SECTION III.

DES POILS.

§ 53. **Parties qui les composent.** — Il faut distinguer dans un poil la portion libre ou la *tige* (*scapus*), terminée en *pointe*, et la portion contenue dans le follicule, ou la *racine* (*radix*). La première est généralement droite et cylindrique dans les cheveux lisses, onduleuse et un peu aplatie dans

ıeveux qui frisent, contournée en spirale et tout à fait plate ou légè-
ıt cannelée dans les cheveux crép ıs et laineux. La racine est presque
ırs rectiligne et sensiblement cylindrique; sa partie inférieure est
molle et plus volumineuse que la tige, et se termine toujours, sur
il vivant, par un renflement en forme de bouton, dont le diamètre
atteindre jusqu'à 3 fois celui de la tige: c'est ce qu'on appelle le
ı ou le *bulbe du poil* (fig. 76 *c*); ce dernier recouvre, comme un
ıau, un prolongement papilliforme du follicule, la *papille du poil* (*i*), désignée aussi, moins heureusement, sous le nom de *pulpe*, *blastème* ou *germe du poil*; en d'autres termes, la base du bulbe pileux est creusée d'une excavation, destinée à loger la papille.

§ 54. **Distribution et volume des poils.** — Les poils se trouvent répandus sur presque toute la surface du corps; mais leur volume et leur nombre présentent des différences très-considérables suivant les régions, les individus, l'âge, le sexe et la race. Pour ce qui est du volume, on peut distinguer

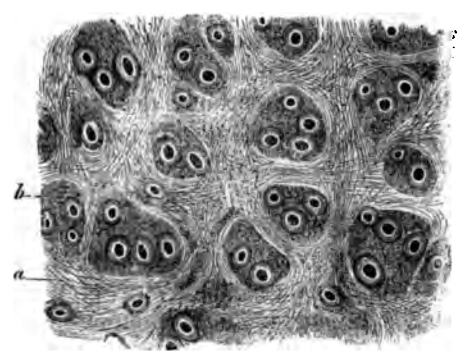


FIG. 76. FIG. 77.

variétés, en faisant abstraction, bien entendu, des formes intermé-
ıes : 1° poils mous et longs, mesurant 0,3 à 1 mètre et plus en

. 76. — Poil et follicule pileux de moyen volume, grossis 50 fois. — *a*, tige du poil; racine; *c*, bulbe pileux; *d*, épiderme du poil; *e*, gaîne interne de la racine; *f*, sa externe; *g*, membrane amorphe du follicule pileux; *h*, couches de fibres trans-s et longitudinales de ce dernier; *i*, papille du poil; *k*, conduits excréteurs des ı sébacées, avec leur épithélium et leur couche fibreuse; *l*, derme au niveau de ıchure du follicule pileux; *m*, couche muqueuse; *n*, couche cornée de l'épiderme, ıant un peu dans l'intérieur du follicule; *o*, terminaison de la gaîne interne de la racine l.

. 77. — Section horizontale du cuir chevelu, traitée par l'acide acétique (faible grossis-t). — *a*, faisceaux de tissu conjonctif entrecroisés; *b*, groupes de follicules pileux.

longueur et 50 à 110 μ en épaisseur; 2° poils courts, roides et épais, ayant 0,6 à 1,3 centimètres de longueur et 56 à 120 μ d'épaisseur; 3° enfin, poils courts et excessivement fins, *poils follets* (*lanugo*), dont la longueur est de 2 à 14 millimètres, et l'épaisseur de 13 à 22 μ. On connaît la distribution des poils de la première variété, ce sont les cheveux; à la seconde variété appartiennent les poils qui garnissent l'entrée des fosses nasales (vibrisses), le conduit auditif externe, le bord des paupières (cils) et l'arcade sourcilière (sourcils); la troisième variété, enfin, comprend les petits poils du visage, du tronc et des membres, ceux de la caroncule lacrymale et des petites lèvres (Henle); ces derniers manquent souvent.

Les poils sont tantôt isolés, tantôt réunis deux à deux, trois à trois; en quelques endroits ils sont disposés par amas de quatre ou de cinq. Ce dernier fait est de règle chez le fœtus, et se rencontre encore fréquemment chez l'adulte, principalement pour les poils follets et les cheveux. Habituellement un follicule ne renferme qu'un seul poil; mais pendant la mue, on voit transitoirement deux poils dans le même follicule, et c'est probablement aussi à cette circonstance qu'il faut rapporter les cas observés par Werthheim sur le mont de Vénus et au menton, à l'époque de la puberté. Les follicules renfermant un grand nombre de poils (jusqu'à 9), que l'auteur (*Mikr. Anat.*, II, p. 153) et Werthheim ont observés, peuvent-ils être considérés comme normaux? La réponse est encore douteuse.

§ 55. **Structure des poils.** — On peut distinguer dans tout poil deux substances, quelquefois trois : 1° le *tissu cortical*, ou mieux le *tissu fibreux*, portion la plus importante des poils, dont elle détermine la forme; 2° l'*épiderme*, revêtement extérieur très-mince du tissu fibreux, et enfin 3° le *tissu médullaire*, qui occupe le centre et qui manque souvent.

Le *tissu cortical* ou *fibreux* est strié dans le sens de la longueur, et très-souvent marqué de points et de raies ou taches foncées; transparent dans les poils blancs, il présente partout ailleurs une coloration plus ou moins foncée, tantôt très-régulièrement distribuée dans toute la substance du poil, tantôt accumulée spécialement sur certains points, en forme de taches allongées, granulées. Quand on soumet un poil à l'action de l'acide sulfurique concentré et de la chaleur, il devient beaucoup plus facile qu'antérieurement de diviser la substance fibreuse en longues fibres aplaties, de diverses largeurs (ordinairement de 4, 5 à 11 μ) qui se font remarquer surtout par leur rigidité, par leur friabilité et par les irrégularités, les dentelures de leurs bords et de leurs extrémités. Ces fibres ont une couleur claire dans les cheveux blonds, foncée dans les cheveux noirs; mais elles ne constituent pas les derniers éléments de la substance corticale; chacune d'elles, au contraire, doit être considérée comme formée par une agrégation de fibres-cellules plates et assez longues, ou de lamelles, qu'on peut isoler en grand nombre en prolongeant suffisamment l'action de l'acide sulfurique. Ces parties (fig. 78), qu'il convient d'appeler *lamelles du tissu fibreux* ou *fibres-cellules de l'écorce*, sont apla-

ties et généralement fusiformes; leur longueur est de 54 à 68 μ, leur largeur de 4,9 ou même 11 μ, et leur épaisseur de 30 à 36 μ. Elles ont des surfaces inégales et des bords irréguliers; traitées par les alcalis, elles ne se gonflent nullement, et très-souvent on distingue dans leur intérieur une strie foncée, dont il va être question tout à l'heure, quelquefois aussi du pigment grenu. Elles sont, du reste, homogènes, et ne permettent de voir aucun élément plus petit, tel que des fibrilles, par exemple. Ces cellules semblent être unies plus intimement entre elles par leurs extrémités que par leurs faces; c'est ce qui permet de diviser si facilement les poils en longues fibres, comme nous l'avons déjà dit. Je ne voudrais cependant pas considérer les fibres comme les éléments composés de la substance corticale, parce que leurs parties constituantes peuvent encore être isolées et qu'elles sont elles-mêmes beaucoup trop irrégulières; sans former des lamelles aussi distinctes que celles de l'ongle et de l'épiderme, par exemple, elles constituent, en s'unissant entre elles de toutes parts, un faisceau de fibres compactes, d'où résulte la substance corticale, portion principale du poil.

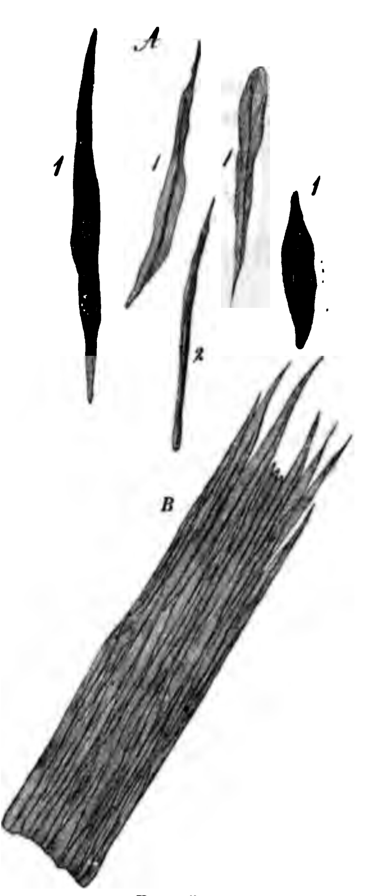


FIG. 78.

Les *taches*, les *points foncés* et les *stries* de l'écorce sont de nature très-diverse; on y trouve principalement : 1° du *pigment grenu;* 2° des *cavités remplies d'air ou de liquide*; et 3° des *noyaux*. Les *taches* (fig. 81) ne sont, en grande partie, que des *amas de granulations pigmentaires*, qui ont leur siége dans les lamelles des poils, et se montrent surtout en abondance dans les cheveux foncés; elles sont très-variables, d'ailleurs, sous le rapport de la forme et de la grandeur : c'est ce qu'on voit très-bien en traitant des poils par la potasse ou la soude caustiques, car ces agents gon-

FIG. 78. — Lamelles ou fibres-cellules de la substance corticale d'un poil traité par l'acide sulfurique. — Grossissement de 350 diamètres.

A. Lamelles isolées. 1, vues de face (trois sont isolées, et deux sont unies entre elles); 2, vues de profil.

B. Couche composée d'un grand nombre de lamelles semblables aux précédentes.

flent et ramollissent complétement la substance corticale, sans attaquer les taches. Une seconde variété de taches a beaucoup de ressemblance avec les dépôts de pigment; mais en les examinant attentivement, on reconnaît que ce sont tout simplement de ***petits espaces remplis d'air*** (voy. ***Mikr. Anat.***, pl. II, fig. 13). Elles sont souvent très-nombreuses dans les cheveux blancs ou blonds, et manquent, au contraire, dans les cheveux foncés et dans la moitié inférieure de la racine de tous les cheveux. Enfin il y a encore, dans l'écorce des poils, des raies ou lignes étroites et assez foncées, qui tantôt sont les ***lignes de démarcation*** des fibres-cellules de l'écorce, et tantôt les ***noyaux*** de ces éléments. En effet, même sur la tige des poils, les lamelles de l'écorce contiennent toutes des noyaux fusiformes, longs de 22 à 36 μ, et larges de 1,1 à 2,6 μ, que l'on peut isoler en triturant des cheveux blancs, après les avoir fait bouillir dans la soude (fig. 79). En outre, on trouve dans la substance corticale des raies fines qui résultent des inégalités de surface des lamelles, et qui se voient très-nettement surtout ***dans une région blanchâtre située immédiatement au-dessus du bulbe;*** ces raies ne disparaissent pas facilement, même après un traitement prolongé par les alcalis, mais finissent néanmoins par se transformer en une substance finement striée. Il est impossible de les isoler; mais on les voit aussi très-nettement sur des fragments d'écorce obtenus au moyen de l'acide sulfurique, et même sur des éléments isolés de ces fragments (fig. 80).

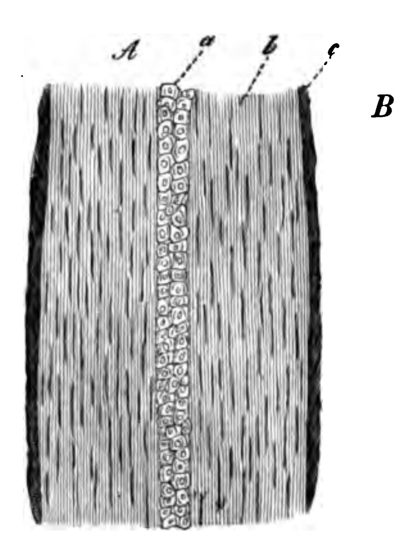


FIG. 79.

Dans la description qui précède, il s'agissait surtout de l'écorce de la *tige du poil;* mais on peut l'appliquer aussi à la partie ferme et rigide de la *racine*. La structure de l'écorce n'est différente que dans la moitié inférieure de la racine, où celle-ci devient graduellement plus molle, et finement fibreuse d'abord, granuleuse ensuite. Là, en effet, les lamelles prennent d'abord une consistance moindre, et puis, de plus en plus nettement, la forme de cellules allongées (fig. 80) de 45 à 54 μ de longueur et de 22 à 24 μ de largeur, cellules dont les noyaux en baguette, droits ou tor-

FIG. 79. — A. Fragment de cheveu blanc traité par la soude et grossi 350 fois.— *a*, cellules à noyau de la moelle, sans air ; *b*, substance corticale finement striée, avec noyaux linéaires ; *c*, épiderme à lamelles un peu plus détachées que d'ordinaire.
B. Trois noyaux linéaires de la substance corticale, représentés isolément.

ueux, et mesurant 18 à 22 μ de longueur, deviennent extrêmement visibles et s'isolent facilement sous l'influence de l'acide acétique. La structure fibreuse se perdant de plus en plus, les lamelles molles et déjà plus courtes se transforment en cellules ovalaires à noyaux courts, et enfin se continuent sans interruption avec les éléments de la portion inférieure et épaissie du poil, c'est-à-dire avec ceux du bouton ou bulbe. Ces éléments (fig. 81) sont des cellules sphériques, de 6 à 13 μ de diamètre et disposées en couches serrées; de même que les cellules de la couche muqueuse de l'épiderme, elles contiennent tantôt de simples granulations incolores, et tantôt un nombre tellement considérable de granulations foncées, qu'elles deviennent de véritables cellules pigmentaires. Nous devons ajouter que, dans la moitié inférieure de la racine, les éléments jouissent aussi de propriétés chimiques différentes, car ils deviennent plus ou moins sensibles à l'acide acétique, réactif qui n'altère nullement les lamelles de la tige; d'un autre côté, sous l'influence des alcalis, ils se gonflent et se dissolvent beaucoup plus vite que ces dernières.



Fig. 80.

Quant à la *couleur* de la substance corticale, il est à remarquer qu'elle dépend tantôt des taches pigmentaires, tantôt des espaces remplis d'air, et tantôt d'un principe colorant dissous qui imprègne la substance des lamelles. Le pigment grenu offre toutes les nuances, depuis le jaune clair jusqu'au noir, en passant par le rouge et le brun. La matière colorante dissoute fait complétement défaut dans les cheveux blancs; elle est en petite quantité dans les cheveux blond clair, très-abondante, au contraire, dans les cheveux châtains ou roux, ainsi que dans les cheveux noirs, où elle suffit, à elle seule, pour produire une couleur rouge intense ou brune. Ce sont principalement ces deux espèces de pigment qui déterminent la couleur de l'écorce; cependant tantôt l'une et tantôt l'autre l'emporte en quantité; ce n'est que dans les cheveux très-foncés ou noirs qu'elles sont à peu près également développées.



Fig. 81.

§ 56. **Substance médullaire.** — Elle consiste en une traînée ou un cordon occupant le centre du poil, depuis la région qui surmonte le bulbe jusqu'au voisinage de la pointe (fig. 79, 82); elle manque très-souvent dans les poils follets et dans les cheveux colorés, très-rarement dans les poils courts et gros et dans les poils longs, ainsi que dans les cheveux blancs.

Fig. 80. — Deux cellules de l'écorce de la racine du poil (portion finement striée, située immédiatement au-dessus du bulbe), à noyau distinct, et d'un aspect strié. — Grossissement 350 diamètres.

Fig. 81. — Cellules de la portion la plus profonde du bulbe, grossies 350 fois. — *a*, cellules d'un bulbe coloré, à granulations pigmentaires qui cachent un peu le noyau; *b*, cellules d'un cheveu blanc, à noyau distinct, et renfermant peu de granulations.

Si l'on fait bouillir des cheveux blancs dans de la soude caustique, jusqu'à ce qu'ils se gonflent et se crispent, il suffit souvent de la simple compression des poils, devenus mous et transparents, pour faire reconnaître la composition celluleuse de la substance médullaire (fig. 79 *a*). Si l'on déchire délicatement un poil traité de cette manière, on réussit très-facilement à isoler des séries de *cellules médullaires* ou même des cellules simples (fig. 83). Elles sont rectangulaires ou quadrangulaires, plus rarement arrondies ou fusiformes; elles ont un diamètre de 16 à 22 μ, et renferment çà et là des granulations foncées, analogues aux granulations grais-

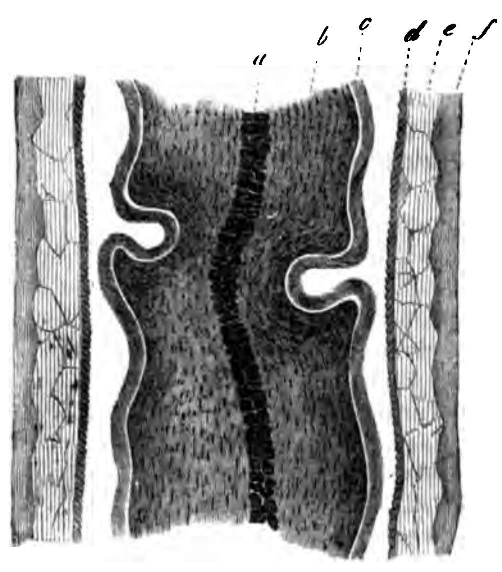


FIG. 82.



FIG. 83.

seuses, et, dans beaucoup de cas, une tache claire très-évidente, lorsque l'action de l'alcali n'a pas été trop énergique; cette tache, qui a 3,6 à 4,5 μ de diamètre, représente évidemment un rudiment de noyau, et semble se gonfler un peu elle-même sous l'influence de la soude. Sur des poils frais, la moelle de la tige paraît blanc d'argent à la lumière réfléchie, noire à la lumière transmise, ce qui dépend des nombreuses granulations contenues dans ses cellules; ces granulations ont des angles mousses et un diamètre assez uniforme, mais qui, suivant les poils, peut varier entre 0,4 et 4 μ. Elles ne sont pas constituées par de la graisse ou du pigment, comme on l'a cru jusqu'alors; ce sont de *petites bulles d'air*, ainsi qu'on peut s'en

FIG. 82. — Portion de la racine d'un cheveu foncé, traitée légèrement par la soude (grossissement de 250 diamètres.— *a*, moelle encore remplie d'air, et dont les cellules sont assez évidentes; *b*, écorce présentant des taches pigmentaires; *c*, couche interne de l'épiderme; *d*, sa couche externe; *e*, couche interne de la gaîne interne de la racine (couche de Huxley); *f*, couche externe fenêtrée de cette gaîne (couche de Henle).

FIG. 83. — Huit cellules médullaires contenant un noyau pâle et des granulations graisseuses; prises sur un cheveu qui avait été traité par la soude, et grossies 350 fois.

assurer très-facilement en faisant bouillir un cheveu blanc dans l'eau ou l'éther, ou en le traitant par l'essence de térébenthine; dans les deux cas, la moelle devient tout à fait incolore et transparente. Si l'on fait sécher un poil ainsi traité par l'eau, la moelle se remplit de nouveau d'air.

Le diamètre de la moelle est, en général, à celui du poil entier comme 1 : 3 ou 5; d'une manière relative, comme sous le rapport absolu, il est le plus considérable dans les poils courts et gros, le plus faible dans les poils follets et dans les cheveux. Sur une section transversale, la moelle présente la forme d'un cercle ou d'un ovale; les cellules dont elle se compose, sont disposées suivant une à cinq séries longitudinales, ou même davantage.

Chez les animaux, il n'est pas rare de voir la papille se prolonger dans l'intérieur et même jusqu'au voisinage de la pointe des poils, soies ou piquants, et s'y dessécher ultérieurement, comme on le savait depuis longtemps, et comme l'a démontré surtout Bröcker, tout récemment. Mais jamais, dans ces cas, la papille ne présente une texture celluleuse, même après l'action de la soude, tandis que cette texture est toujours très-évidente dans la substance médullaire, qui existe quelquefois d'une manière concomitante. Reichert et Reissner assurent qu'il y a quelque chose d'analogue dans la moelle des poils de l'homme; or, comme ce sont les cheveux blancs de l'homme qui présentent la moelle la plus évidente, c'est sur eux que j'ai cherché ce prétendu prolongement de la papille, mais toujours, je dois le dire, sans le moindre succès; je ne puis donc accorder, pour le moment, que la moelle, chez l'homme, contienne autre chose que des cellules, qu'elle renferme un prolongement de la papille. Je ne voudrais pas cependant nier que la chose fût possible dans aucune circonstance, surtout sachant que Henle a trouvé quelquefois les papilles terminées en pointe, et ayant vu moi-même très-souvent les cellules de la moelle descendre jusqu'au sommet de la papille; mais le fait ne me paraît pas encore suffisamment établi.

§ 57. **Épiderme du poil.** — L'épiderme des poils (*cuticula*) est une pellicule transparente, excessivement fine, qui leur forme une enveloppe complète, intimement adhérente à la substance corticale. A l'état normal et sur un poil qui n'a subi aucune altération, l'épiderme ne se manifeste guère que par de nombreuses lignes foncées, anastomosées en réseau, irrégulières ou même dentelées, qui sont distantes de 5 à 14 μ les unes des autres, et qui entourent le poil circulairement; quelquefois aussi il apparaît sur les bords du poil sous la forme de dents analogues à celles d'une scie (fig. 84 A); mais sur un poil traité par un alcali, il se sépare de la substance fibreuse en plaques plus ou moins larges, et se divise même en ses éléments constituants. Ce sont de petites lamelles plates, généralement transparentes et à bords pâles, quadrilatères ou rectangulaires, dépourvues du noyau (fig. 84 B); elles ne se gonflent en vésicules dans aucun réactif; unies entre elles comme les tuiles d'un toit, elles forment une membrane simple, qui enveloppe le poil tout entier, et leur imbrication est telle que les lamelles inférieures recouvrent celles qui sont au-dessus. L'acide sulfurique convient également pour étudier la structure de cette enveloppe; il donne aux bords du poil un aspect comme feutré, dû

au redressement des lamelles épidermiques; par le raclage ou par la trituration, on obtient ensuite très-facilement des éléments épidermiques isolés, moins souvent des lambeaux d'une certaine étendue.

L'épiderme des poils se compose d'une couche simple de cellules, dont l'épaisseur est de 5 à 7 μ à la tige, de 6 à 8 μ à la racine. Les lamelles ont un diamètre transversal de 54 à 63 μ, un diamètre longitudinal de 36 à 45 μ, et une épaisseur dépassant à peine 1,1 μ. Au niveau du bulbe, elles cessent brusquement et sont remplacées par des cellules à noyau molles (voy. *Mikr. Anat.*, pl. II, fig. 1, *n*), allongées dans le sens transversal, très-étroites dans le sens de l'axe du poil, un peu plus larges dans celui du troisième diamètre, qui est perpendiculaire ou un peu oblique par rapport à l'axe du poil; ces cellules sont attaquées facilement par les alcalis, et même par l'acide acétique; elles possèdent toujours des noyaux transversaux assez longs, et passent par degrés aux cellules arrondies que nous avons vues constituer le bulbe du poil.

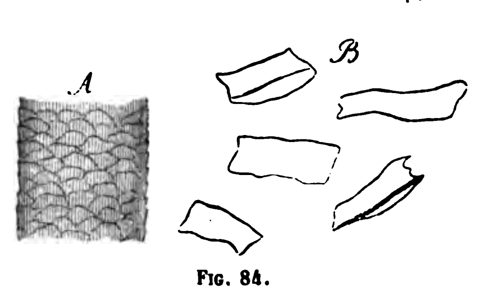


Fig. 84.

§ 58. **Follicules pileux.** — Les *follicules pileux* (*folliculi pilorum*) sont de petites poches en forme de bouteille, longues de 2 à 7 millimètres, qui enveloppent assez étroitement la racine des poils. Ceux des poils follets ne dépassent pas les couches supérieures du derme; ceux des poils gros ou longs, au contraire, pénètrent généralement jusque dans ses couches les plus internes, et même dans le tissu cellulaire sous-cutané, à une profondeur plus ou moins grande.

On doit considérer les follicules pileux comme de simples dépressions de la peau, avec ses deux éléments, derme et épiderme; aussi chacun d'eux se compose-t-il de deux parties, d'une membrane fibreuse externe, riche en vaisseaux, constituant le *follicule proprement dit;* et d'une tunique interne, privée de vaisseaux, formée de cellules, et servant d'enveloppe immédiate au poil : c'est la *gaîne de la racine* (*vagina pili*), dont une portion constitue un épiderme pour le follicule, et le reste une gaîne spéciale pour la racine du poil.

§ 59. **Follicule proprement dit.** — Il est composé lui-même de deux tuniques fibreuses, l'une externe, l'autre interne, et d'une membrane amorphe; il a, en moyenne, 34 à 50 μ d'épaisseur, et présente à son fond un organe spécial, la *papille du poil*.

Fig. 84. — A. Surface de la tige d'un cheveu blanc, grossi 160 fois. Les lignes onduleuses marquent les bords des lamelles épidermiques.

B. Lamelles épidermiques isolées à l'aide de la soude, grossies 350 fois. Elles présentent un ou deux de leurs bords plus ou moins renversés, ce qui les fait paraître foncés.

La *tunique fibreuse externe* (fig. 76 *h*) a une épaisseur très-variable (suivant Moleschott, entre 7 et 37 μ; en moyenne, 22 μ); c'est elle qui détermine la forme extérieure du follicule; son extrémité supérieure adhère intimement au derme. Cette tunique est formée de tissu conjonctif ordinaire, à fibres longitudinales, non mélangé de fibres élastiques, mais elle renferme un assez grand nombre de petits corpuscules de tissu conjonctif allongés, fusiformes, avec un réseau assez riche de *capillaires*, et quelques *fibres nerveuses* fournissant très-peu de branches.

La *tunique fibreuse interne* (fig. 85 *a*, 86 *b*) est généralement plus épaisse que la précédente (d'après Moleschott, entre 25 et 43 μ; 31 μ en moyenne); elle a une épaisseur partout égale et des surfaces lisses, mais ne s'étend que du fond du follicule à l'embouchure des glandes sébacées.

Mes recherches les plus récentes m'ont démontré qu'elle renferme des *capillaires assez nombreux*, en général dirigés transversalement; mais il ne m'a pas encore été possible d'y trouver des nerfs. Elle se compose : 1° d'une substance fondamentale vaguement fibrillaire, qui se déchire volontiers en fibres transversales de diverses grosseurs, et 2° de plusieurs couches de corpuscules de tissu conjonctif, corpuscules fusiformes, à grand diamètre transversal, munis d'un beau noyau en bâtonnet, et entre lesquels, suivant mes recherches sur les poils du scrotum, ne se rencontre aucune fibre élastique. En raison de cette circonstance, et après avoir constaté que la couche en question se gonfle dans l'eau bouillante et ne se trouble pas comme le tissu musculaire (Henle), je n'hésite point à affirmer que son tissu appartient au tissu conjonctif.

La troisième couche, enfin (fig. 85 *b*), est une *membrane hyaline, amorphe*, dans laquelle, outre des lignes longitudinales très-fines et parallèles, je ne saurais trouver aucun détail de structure. Cette couche reste toujours dans le follicule quand on arrache un cheveu; elle

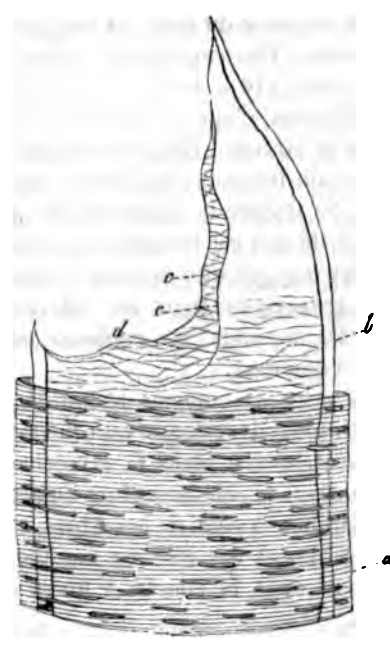


Fig. 85.

Fig. 85. — Fragment de la couche à fibres transversales et de la couche amorphe (hyaline) d'un follicule pileux de l'homme, traité par l'acide acétique (grossissement de 300 diamètres). — *a*, couche à fibres transversales avec noyaux allongés en travers; *b*, couche hyaline vue sur une section longitudinale; *c*, bord de cette dernière couche, au niveau de la déchirure de l'utricule qu'elle forme; *d*, lignes (fibres?) fines transversales, et en partie anastomosées, à la face interne de cette couche.

commence au fond du follicule, où elle se perd sur le pédicule de la papille, sur laquelle il est impossible de la démontrer; elle s'étend à la même hauteur que la gaîne interne de la racine, peut-être même plus loin. Sur un follicule intact (fig. 86 *c*), elle se présente sous l'aspect d'une simple raie blanche, de 2,2 à 3,3 μ, rarement de 4,5 μ de largeur (aux cheveux, d'après Moleschott, de 3 à 10 μ), et située entre la gaîne externe de la racine et la couche de fibres transversales du follicule pileux; mais en déchirant un follicule vide, il est facile d'en séparer de larges lambeaux de la membrane hyaline; on voit alors que la face externe de cette membrane est lisse, sa face interne, au contraire, couverte de lignes transversales très-fines, souvent anastomosées, et inaltérables, ainsi que la membrane elle-même; par les acides et les alcalis affaiblis, qui les font seulement un peu pâlir. Je me suis assuré de nouveau que ces lignes sont comme apposées à la membrane vitrée, et forment des traits saillants en forme de crêtes, ce qui ne veut pas dire qu'elles n'appartiennent pas à la membrane.

La *papille du poil* (*papilla pili*) (fig. 76 *i*), improprement appelée aussi *germe* ou *pulpe* du poil, est une partie du follicule qui répond aux papilles du derme. Elle a une forme ovoïde ou conique, ou celle d'un champignon, et mesure 110 à 130 μ en longueur et de 50 à 220 μ en largeur (celles des cheveux, d'après Moleschott, ont en moyenne 220 μ de longueur et 110 μ de largeur). Elle est unie par un pédicule à la couche de tissu conjonctif du follicule; ses limites sont très-nettes, sa surface parfaitement lisse. Sa texture la rapproche des papilles du derme, car, comme elles, la papille du poil est formée de substance conjonctive sans fibrilles, avec des noyaux (corpuscules de tissu conjonctif?) et çà et là quelques granulations graisseuses. Dans son intérieur, on trouve, chez l'homme comme chez les animaux, des *vaisseaux sanguins;* y a-t-il également des nerfs? Nous l'ignorons.

Les *vaisseaux sanguins* des follicules pileux sont *extrêmement nombreux;* au scrotum, ils se conservent facilement remplis de sang, et peuvent être étudiés très-bien dans la glycérine concentrée et dans la potasse caustique. Dans la couche à fibres longitudinales, ils suivent un trajet, en général, parallèle à celui de ces fibres, et forment souvent comme des réseaux admirables et des réseaux capillaires, dont les plus fins, cependant, se trouvent dans la couche à fibres circulaires, et ne mesurent plus que 6,7 μ.

Nous devons à Moleschott et Chapuis une étude plus détaillée et des mensurations de quelques portions des follicules pileux, basées principalement sur des coupes transversales de pièces conservées dans l'acide acétique, puis desséchées. Mais les chiffres qu'ils donnent, tirés, paraît-il, exclusivement de l'examen du cuir chevelu d'un seul homme, ne me semblent pas pouvoir servir de type; je ne saurais non plus me rallier à quelques autres opinions des mêmes auteurs.

Relativement aux *papilles des poils*, Moleschott se trompe quand il prétend qu'elles sont toujours coniques. Je ne puis davantage être de son opinion quand il appelle les papilles une partie surajoutée au follicule pileux, et composée d'éléments morphologi-

es tout autres, c'est-à-dire de cellules polygonales à angles mousses, très-serrées et surant en moyenne 13 μ. Les papilles que j'ai pu observer très-nettement, étaient idemment un prolongement de la couche à fibres annulaires du follicule pileux, étaient formées d'une substance fondamentale transparente, renfermant de fines nulations et des noyaux. Ces derniers, il est vrai, peuvent être extrêmement mbreux et me semblent appartenir à des cellules (corpuscules de tissu conjonctif), i, toutefois, ne se montrent jamais distinctement. — Tout récemment Werthheim prétendu que les couches extérieures du follicule pileux se prolongent au-dessous la papille, en un *appendice en forme de pédicule* (pédicule et calice du poil, W.), i, finalement, se joint à un faisceau de tissu conjonctif du derme.

§ 60. **Gaînes de la racine.** — Elles se divisent en une couche externe et ie couche interne; la première se continue avec l'épiderme à travers rifice du follicule pileux, dont elle forme le *revêtement épidermique in-ne*; la seconde est une *couche indépendante*, qui a des relations détermi-ées avec le poil.

La *gaîne externe de la racine* est la continuation de la couche de Malpi-ii de l'épiderme, et tapisse toute la face interne du follicule pileux. Sa oitié inférieure repose sur la membrane hyaline que nous avons décrite ut à l'heure; sa partie supérieure est appliquée immédiatement sur la uche à fibres longitudinales, car les fibres transversales et la couche hya-ie font défaut à ce niveau. Sa structure est si exactement celle du corps de alpighi, que même les cellules externes y sont souvent perpendiculaires; s cellules sont brunes partout chez le nègre, d'après Krause, brunes au oins à la partie supérieure des follicules des grandes lèvres, chez le anc. Dans le fond du follicule pileux, la gaîne externe se continue ordi-irement sans ligne de démarcation avec les cellules arrondies du bulbe ui recouvrent la papille, attendu que ses cellules y sont également arron-ies. En général, elle est environ trois à cinq fois plus épaisse que la ine interne; mais assez souvent elle s'amincit un peu vers le haut, et ujours elle se continue en bas par une couche très-fine qui, dans cer-ins cas, n'atteint pas le fond du follicule. Sur des poils volumineux, elle esure 40 à 67 μ à la partie moyenne du follicule, où elle se compose de à 12 couches de cellules.

La *gaine interne de la racine* (fig. 82 et 86) est une membrane transpa-nte, qui part du fond du follicule pour s'étendre jusqu'à son tiers supé-eur, où elle se termine par un bord tranchant. Elle est unie intime-ient, en dehors, avec la gaine externe, en dedans, avec la pellicule épi-rmique du poil; il n'existe donc, à l'état normal, aucun intervalle entre le et ce dernier. Cette membrane se distingue par une fermeté et une asticité très-remarquables, et se compose de deux couches, abstraction ite de ses portions inférieures : de la *gaine interne proprement dite* et de *pellicule épidermique*. Pour ne pas confondre cette dernière avec celle u poil, je l'appellerai *pellicule épidermique de la gaine*. La gaîne interne roprement dite présente deux ou trois couches de cellules polygonales llongées, transparentes et légèrement jaunâtres, cellules dont le grand xe est parallèle à celui du poil (fig. 82). La couche externe (fig. 86, *e* et

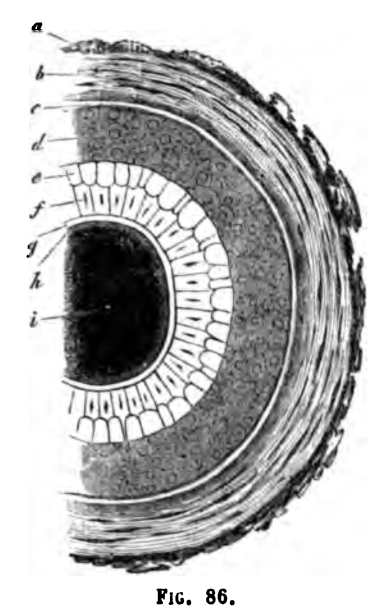
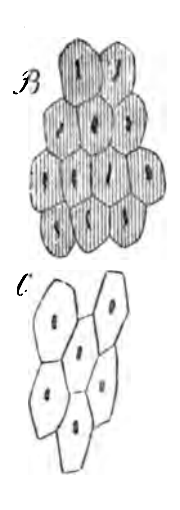


Fig. 86.

87, A), la seule connue anciennement, est la gaîne interne de la racine, de Henle; elle est formée de cellules allongées, sans noyau, qui ont 36 à 54 μ de longueur et 9 à 13 μ de largeur. Ces cellules adhèrent fortement entre elles dans le sens de la longueur, mais sont séparées les unes des autres, comme on le voit après l'addition d'acide acétique, de potasse ou de soude, substances qui font gonfler le poil, ou après la dilacération, par des espèces de fentes allongées plus ou moins larges, qui donnent à la membrane un aspect fenêtré. Néanmoins sur des poils très-frais, et en évitant toute lésion chimique ou mécanique, on ne trouve le plus souvent aucune trace d'ouvertures à la partie supérieure de la couche en question, dont la portion inférieure (au-des-



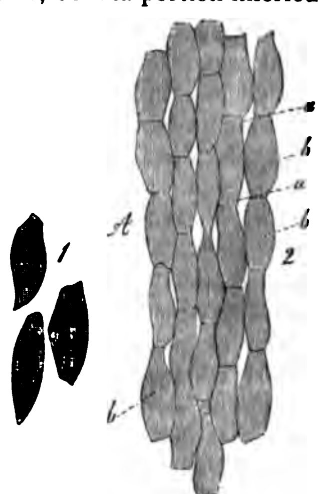


Fig. 87.

Fig. 86. — Section transversale d'un cheveu et de son follicule un peu au-dessous de la portion moyenne de ce dernier (grossissement de 350 diamètres). — *a*, couche à fibres longitudinales du follicule, peu développée; *b*, couche à fibres transversales avec corpuscules de tissu conjonctif: *c*, membrane vitrée; *d*, gaîne externe de la racine; *e*, gaîne interne de la racine, couche externe; *f*, couche interne de cette gaîne; *g*, épiderme du follicule; *h*, épiderme du cheveu; *i*, cheveu.

Fig. 87. — Éléments de la gaîne interne de la racine, grossis 350 fois. — A. Couche externe : 1, lamelles isolées; 2, lamelles adhérentes entre elles, prises à la portion supérieure de la couche externe et traitées par la soude. *a*, orifices entre les cellules *b*. — B. Cellules de la couche interne, non fenêtrée, à noyaux allongés, légèrement dentelés. — C. Cellules à noyau de la portion inférieure de la gaîne interne, où elles ne forment qu'une couche simple.

ous du point où commence la région finement fibreuse de l'écorce) montre à peine quelques indices de fentes, sous la forme de lignes analogues à celles de l'écorce de la tige, et qui paraissent blanches ou noires, suivant le mode d'éclairage. Il paraît difficile, dès lors, de ne pas admettre que ces ouvertures, qui ont 11 à 18 μ de longueur et 2 à 7 μ de largeur, sont tout artificielles et résultent de déchirures. — Il y a, en second lieu, dans la gaîne de la racine, des cellules qui ne présentent jamais d'intervalles entre elles; ces cellules (fig. 86 *f*, 87 B) forment une couche simple ou double (couche d'Huxley), et sont constamment situées à la *face interne* de la couche fenêtrée, que j'ai toujours vue composée d'un plan unique de cellules; elles sont plus courtes et plus larges que ces dernières (longueur, 31 à 108 μ; largeur, 14 à 23 μ), mais polygonales comme elles, et renferment, au moins à la partie inférieure de la gaîne, des noyaux distincts, allongés, souvent terminés en pointe et mesurant à 14 μ en diamètre. L'épaisseur totale de la gaîne interne de la racine est de 15 à 35 μ, en moyenne; d'où il résulte que les cellules dont est composée cette gaîne, et qui forment trois couches tout au plus, ont au moins 5 à 11 μ d'épaisseur. Il n'est besoin d'aucune préparation pour reconnaître ces cellules en place ou après la dilacération de la gaîne, et il est facile de les isoler à l'aide de la potasse ou de la soude (fig. 87), réactifs qui ne les gonflent point. En général, l'inaltérabilité par les alcalis est une propriété caractéristique de ces cellules, propriété qu'elles ne partagent qu'avec les lamelles épidermiques des poils.

Dans le fond du follicule pileux, la gaîne interne proprement dite se réduit à une simple couche de grandes cellules à noyau polyédriques, qui ne laissent aucun intervalle entre elles (fig. 87, C), et qui deviennent peu à peu molles, délicates et arrondies, pour se continuer sans limite distincte avec les cellules des couches externes du bulbe pileux. Vers la partie supérieure, cette membrane s'éloigne assez souvent du poil et se termine, près de l'embouchure des glandes sébacées, par un bord tranchant et dentelé, constitué par des cellules plus ou moins proéminentes. Au-dessus de ce bord, elle est remplacée par la gaîne externe de la racine, dont les cellules les plus internes prennent bientôt tous les caractères de celles de la couche cornée de l'épiderme.

La *pellicule épidermique de la gaîne interne* s'applique exactement contre la face interne de cette dernière, et ressemble beaucoup à la pellicule épidermique du poil, dont rien ne la sépare; elle devient surtout évidente (fig. 82, *d*, et 86, *g*), après addition de potasse ou de soude; sous l'influence d'une légère pression, on voit souvent la gaîne s'éloigner du poil, en entraînant son épiderme avec elle, tandis que le poil, devenu onduleux, reste couvert de son épiderme propre, qu'il est facile dès lors d'étudier de face ou de profil. Sur des poils arrachés, cette couche ne se retrouve que dans les cas où ils sont encore recouverts de la gaîne interne; sinon elle reste dans le follicule. Ses éléments sont de larges cellules dépourvues de noyau et imbriquées comme des tuiles; ils ne se gonflent

jamais et se dissolvent très-difficilement dans les alcalis; ils sont plus épais que ceux de l'épiderme du poil, et ne mesurent que 5 à 9 μ dans le sens de l'axe du follicule. La couche entière a 3,6 à 5 μ d'épaisseur, et se termine d'une manière assez nette au niveau du bulbe des poils, en faisant place à de grosses cellules à noyau, exactement semblables à celles qui forment la continuation de l'épiderme du poil, mais un peu plus petites, en général.

Comme Reichert, je considère la gaîne externe de la racine comme l'épiderme du follicule, et l'interne, avec sa pellicule épidermique, comme une couche indépendante, appartenant au poil; mais je ne puis admettre que, sur le poil développé, la gaîne interne s'accroisse également, comme semble le croire Reichert. D'après Moleschott et Chapuis, la gaîne externe de la racine n'atteint pas le fond du follicule, et ne se continue point, par conséquent, avec les cellules arrondies du bulbe. C'est aussi ce que j'ai constaté dans certains cas; mais, dans d'autres, il est certain que cette continuité existe ; il est facile de s'en assurer sur des poils qui se régénèrent.

§ 61. **Développement des poils. — Mue.** — Les poils se développent, chez l'embryon, à la fin du troisième mois ou au commencement du quatrième; il se forme, à la face profonde de la couche muqueuse de l'épiderme, de petites excroissances verruqueuses, appelées *germes des poils*,

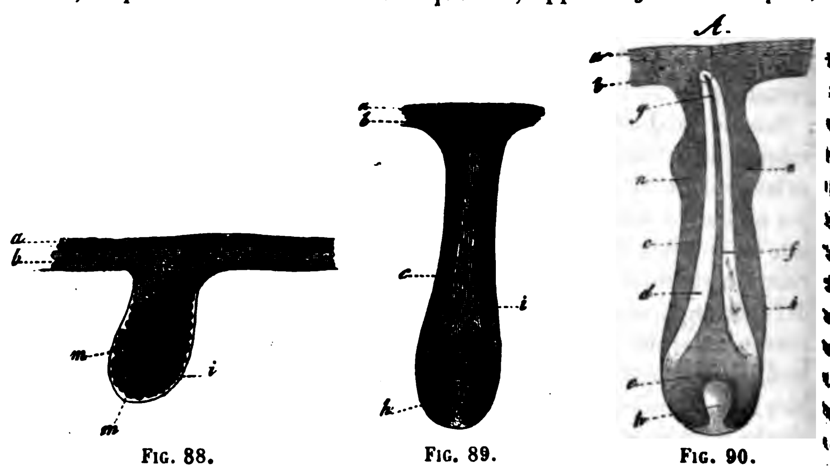


FIG. 88. FIG. 89. FIG. 90.

FIG. 88. — Germe pileux du front, pris sur un embryon humain de seize semaines (grossissement de 350 diamètres). — *a*, couche cornée de l'épiderme; *b*, couche muqueuse; *i*, membrane amorphe qui tapisse extérieurement le germe pileux, et se prolonge entre la couche muqueuse et le derme; *m*, cellules arrondis ou allongées qui forment la masse principale du germe.

FIG. 89. — Germe d'un poil du sourcil, de 475 μ de longueur et grossi 50 fois ; les cellules internes y forment un cône distinct. On n'y voit pas encore de poil, mais la papille y est déjà dessinée. —*a*, couche cornée de l'épiderme; *b*, couche muqueuse; *c*, gaîne externe de la racine du follicule futur; *i*, membrane amorphe à la face externe de cette gaîne; *h*, papille du poil.

FIG. 90. — Germe pileux du sourcil, dont le poil, long de 630 μ, vient de naître et n'a pas encore percé au dehors. La gaîne interne s'élève au-dessus de la pointe du poil, et deux épaississements verruqueux de la gaîne externe se montrent sur les côtés du goulot du follicule : ce sont les rudiments des glandes sébacées.

i sont plutôt les rudiments des poils et d'une portion notable des folli-les, c'est-à-dire des gaînes de la racine. Ces excroissances, qui certai-ment ne sont pas creuses chez l'homme, s'entourent d'une enveloppe rnie par le derme, enveloppe qui, dans l'origine, n'apparaît point mme quelque chose d'indépendant. Comme dans tous les cas analogues, st l'espèce de bourgeon épithélial qui constitue la partie essentielle et terminante, et ce n'est que consécutivement que l'enveloppe se dis-gue plus nettement des parties vasculaires et représente la portion du licule pileux qui appartient au derme. Plus tard ces excroissances du rps muqueux prennent la forme de bouteilles allongées, dans le fond squelles le rudiment du follicule envoie un prolongement, papille dimentaire, où, d'après Remak, des vaisseaux deviennent visibles de très-nne heure. En même temps, les cellules épidermiques du germe du il se séparent en *deux couches*, l'une interne, dont les éléments prennent e forme allongée : ce sont les rudiments du poil et de la gaîne interne la racine; l'autre externe, dont les cellules restent en connexion avec lle de la couche muqueuse, et qui représente la gaîne externe de la cine. Enfin la couche interne se subdivise elle-même en deux parties, le il et la gaîne interne de la racine. Ainsi, le poil, de même que ses înes, résulte simplement d'une modification des cellules des bour-ns épidermiques pleins qui se sont formés primitivement, et dès rigine il se montre tout entier, avec sa racine, sa tige et sa pointe. Mais petit poil ne fait point saillie à l'extérieur; il est recouvert par les deux uches de l'épiderme.

Une fois formés, les poils grandissent, et ne tardent pas à paraître au hors, phénomène qui se produit très-probablement en grande partie r un véritable soulèvement de la couche cornée de l'épiderme, ou par ite de l'exfoliation de ce dernier. Cette éruption des poils commence à fin du cinquième mois, à la tête et à la région des sourcils, et finit dans vingt-troisième à la vingt-cinquième semaine, sur les membres. Les poils i viennent de percer, sont très-régulièrement situés, ainsi que cela a été nstaté depuis longues années par Eschricht, qui en a donné des figures ès-exactes. Ces poils, en effet, convergent vers certaines lignes, et diver-nt à partir de certains points ou lignes, de manière à former des des-s penniformes particuliers, des tourbillons, des croix, etc., dont la des-iption détaillée n'est point du ressort de cet ouvrage.

Après avoir perforé l'épiderme, les poils follets (*lanugo*) continuent à ître très-lentement jusque vers la fin de la vie embryonnaire, et peu-t, dans certaines circonstances, notamment à la tête, former un revê-ment assez serré. Mais il y a, à cet égard, de très-grandes différences. jà pendant la vie fœtale, une portion de ces poils sont éliminés, tom-nt dans le liquide amniotique, avec lequel le fœtus les avale parfois; les retrouve alors dans le canal intestinal et dans le méconium, qui t évacué en quantité assez considérable immédiatement après la nais-nce.

Peu de temps après la naissance, les poils follets tombent, et d'autres se forment à leur place. Cette production de poils, ainsi que je l'ai montré sur les sourcils d'un enfant d'un an, a pour point de départ les follicules des poils follets, qui donnent naissance, au niveau de leur extrémité, à des bourgeons, lesquels constitueront les nouveaux poils. En termes plus précis, ces bourgeons naissent de la gaîne externe de la racine des follicules anciens, laquelle gaîne n'est autre chose que le réseau de Malpighi de ces derniers, et se développent, exactement d'après le même type que les follicules pileux de l'embryon, en un poil nouveau, avec sa gaîne interne de la racine, et ce poil s'allonge ensuite parallèlement au poil follet, et finit par sortir par le même orifice que lui. Pendant que ces phénomènes ont lieu, le poil follet est troublé dans sa nutrition, parce qu'il se trouve détaché de l'organe qui le nourrit, de la papille vasculaire, par le prolongement de ses gaînes qui s'est formé à sa base; par suite de ce défaut de nutrition, ses cellules les plus inférieures se transforment en substance cornée, tandis que dans le bulbe d'un poil vivant, elles sont très-molles. Le bulbe une fois atrophié, le poil follet est poussé peu à peu vers l'extérieur et finit par tomber, tandis que le poil nouveau en prend la place. C'est certainement de cette façon que dans toutes les régions, les poils nouveaux remplacent les poils follets. Il est à remarquer seulement que très-probablement de semblables productions nouvelles de poils ont lieu encore même chez l'adulte, et que, par conséquent, il n'y a pas qu'une seule mue chez l'homme.

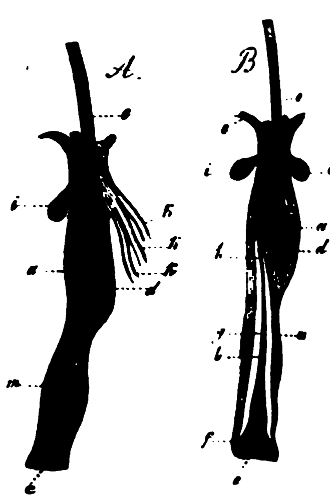


FIG. 91.

Pour les détails relatifs au développement des poils, voyez mon *Anatomie microscopique* et les mémoires cités ci-dessous. Quant aux recherches récentes de Werthheim sur la régénération des poils, je ferai observer que le prétendu prolongement du follicule pileux dans lequel se dév-

FIG. 91. — Cils arrachés sur un enfant d'environ un an, et grossis environ 20 fois.

A. Cil avec un prolongement du bulbe ou de la gaîne externe de la racine, long de 552 μ ; les cellules centrales de ce prolongement sont allongées (on n'a pas figuré leur pigment) *c*, représentent un cône parfaitement séparé des cellules externes.

B. Cil avec un prolongement de 675 μ, dont le cône interne est divisé en poil et en gaîne interne de la racine. L'ancien poil est remonté vers la surface, et ne possède point de gaîne interne, non plus qu'en A.

a, Gaîne externe de la racine du jeune poil; *b*, sa gaîne interne; *c*, fossette servant à loger la papille; *d*, bouton de l'ancien poil; *e*, sa tige; *f*, bouton du poil nouveau; *g*, sa tige; *h*, sa pointe; *i*, glandes sébacées; *k*, trois canaux sudorifères, qui en A s'abouchent avec la partie supérieure du follicule pileux; *l*, continuation de la gaîne externe de la racine avec la couche muqueuse de l'épiderme.

ie le poil nouveau, n'est point l'ancien follicule affaissé, mais bien la ion la plus profonde du follicule dont l'ancien poil a été expulsé par ourgeonnement des cellules du bulbe pileux et de la gaîne externe de icine. D'après ce que j'ai pu voir sur l'homme, le nouveau poil ne se ae pas sur une papille nouvelle, comme le croit Werthheim, mai i sur l'ancienne.

ms *l'étude des poils au microscope*, il convient de choisir des poils blancs leurs follicules, avant de se servir de poils colorés. Pour se procurer des thes transversales très-minces, il faut passer de nouveau le rasoir sur la barbe hement faite (Henle), ou faire des sections d'un poil étendu sur une lame de verre Meyer), ou d'un faisceau de poils placés entre deux cartes à jouer (Bowman), errés dans un bouchon (Harting). Reichert emploie à cet effet des poils engagés i la gutta-percha. On obtient des coupes longitudinales en raclant un poil fin, ou endant un gros cheveu. Les follicules pileux seront étudiés isolés, ou en rapport : leurs poils, ou sur des sections horizontales de la peau desséchée. En déchirant follicules, on arrivera à séparer leurs différentes couches; l'acide acétique sera : pour rendre évidents les noyaux de leurs deux couches extérieures. Quant aux lles, elles se voient le mieux dans les follicules des cheveux blancs. En arrachant poil, souvent on enlève en même temps la portion supérieure de la gaîne rieure de la racine, quelquefois cette gaîne tout entière; sur des lambeaux peau qui ont macéré, cette dernière se sépare du poil avec la plus grande lité; on peut voir ses cellules sans recourir aux réactifs, ou en se servant d'un d'acide acétique et de soude. La gaîne interne existe quelquefois tout entière des poils qu'on vient d'arracher, ce qui permet d'en étudier les divers éléments s autre préparation, ou après l'avoir séparée de la gaîne externe; la potasse et la le la rendent encore plus évidente, dans un temps très-court. Pour l'étude de iderme des poils il est indispensable de se servir des alcalis et de l'acide lrique; il en est de même du poil lui-même, dont nous avons déjà indiqué les ticularités les plus importantes. Pour plus de détails, voyez Donders et Moleschott . *cit.*). Je ferai remarquer seulement qu'en soumettant les préparations à une pérature un peu élevée, on économisera beaucoup de temps, ici comme pour ide des ongles. — Si l'on veut étudier les poils chez le fœtus, il suffira, lorsque ujet est très-jeune, d'enlever l'épiderme, à la face interne duquel on trouve les nes des poils; sur des embryons plus âgés, il faut faire des sections très-fines de eau, ou bien enlever le derme avec l'épiderme; dans ce dernier cas, la soude , d'un grand secours.

Bibliographie. — Von Laer, *De structura capill. hum. observationibus microscopicis tr.* (dissert. inaug.). Traject. ad Rhenum, 1841, et *Annalen der Chemie und rmacie*, t. XLV, n° 147. — Kolhrausch, in *Müll. Arch.*, 1846, p. 300. — Jäsche, *elis epithelialibus in genere et de iis vasorum in specie.* Dorpat, 1847. — Kölr, dans *Mitth. der Zürch. naturf. Ges.*, 1847, p. 177, et 1850, n° 41. — ting, dans *Froriep's Not.*, 1848, n° 113. — Langer, dans *Denkschr. d. Wien. d.*, 1850, t. I. — E. Reissner, *De hominis mammal. pilis* (dissert.). Dorp., 1853, *itr. z. Kenntniss d. Haare*, 1854, avec 2 planches. — C. B. Reichert, in *Zeitschr. lin. Med.*, 1855, t. VI, p. 1. — J. H. Falck, *De hominis mammaliumque est. pilis* (dissert.). Dorp., 1856. — Förster, in *Arch. f. path. Anat.*, t. XII, 69. — Donders, *Unters. u. d. Entwickelung u. den Wechsel der Cilien*, in *Arch. f. thalm.*, t. IV, I, p. 286. — A. Spiess, *Das Verhalten der Centraltheile des Haares physiol. u. path. Zustande*, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3e série, t. V, p. 1. — L. Moll, *Ueber den Haarwechsel*, in *Arch. f. Holländ. Beitr.*, II, p. 169. — Chapuis, *Recherches sur la structure des poils et follicules pileux*, in *Annales des nces naturelles*, XIII, p. 353. — Le même et Moleschott, in *Molesch. Unters.*

t. VII, p. 325. — L. L. Vaillant, *Sur le système pileux de l'espèce humaine*. Paris, 1861, thèse. — G. Werthheim, in *Sitzungsb. d. Wien. Akad.*, t. L. — O. Schrön, in *Molesch. Unters.*, t. IX, p. 363. — L'anatomie comparée des poils est faite par Heusinger dans *Meck. Arch.*, 1822 et 1823, et *System der Histiologie*. — Erdl, in *Abh. d. Münch. Akad.*, III, II. — Gegenbaur, in *Verh. der phys. med. Ges. zu Würzburg*, 1850, et *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, III, p. 13. — Steinlin, dans *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. IX. — Leydig, in *Müll. Arch.*, 1859, p. 686, 706. — H. Welcker, *Ueber die Entwick. u. d. Bau d. Haut und d. Haare von Bradypus* Hulle, 1864 (*Abh. d. nat. Ges. zu Halle*, t. IX).

SECTION IV

DES GLANDES DE LA PEAU.

ARTICLE I[er]. — DES GLANDES SUDORIPARES.

§ 62. **Distribution des glandes sudoripares.** — Les *glandes sudoripares* ont pour fonction de sécréter la sueur; elles consistent simplement en un canal délié, plus ou moins tortueux, et se trouvent répandues dans la peau tout entière, excepté toutefois celle qui revêt la face concave du pavillon de l'oreille, celle du conduit auditif, du gland du pénis, de la lame interne du prépuce, et celle d'un petit nombre d'autres régions; elles s'ouvrent à la surface du corps par de nombreux orifices très-étroits.

§ 63. **Composition de ces glandes.** — Dans chaque glande sudoripare (fig. 49 *g*, fig. 92), on distingue le *glomérule glandulaire* (fig. 92 *a*, fig. 49 *g*) ou la *glande proprement dite*, et le *canal excréteur*, ou *canal sudorifère* (fig. 49 *h*, fig. 92 *b*). Les glomérules glandulaires sont de petites masses arrondies ou ovalaires, de couleur jaune ou jaune rougeâtre, transparentes, et mesurant généralement 0^{mm},3, 0^{mm},4 en diamètre; mais aux paupières, dans la peau du pénis, du scrotum, du nez, de la face convexe du pavillon de l'oreille, ils n'ont que 0^{mm},2, tandis que dans l'auréole et dans son voisinage, à la racine du pénis, entre le scrotum et le périnée, ils peuvent atteindre jusqu'à 1 millimètre de diamètre; enfin, dans la partie velue de la cavité axillaire, leur épaisseur peut s'élever à 1, 2 et 3 millimètres, et leur largeur, à 2-7 millimètres.

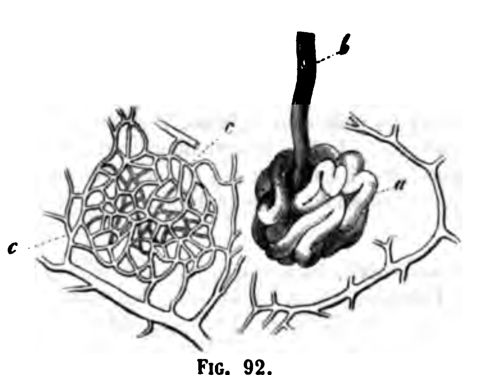


Fig. 92.

Fig. 92. — Glomérule d'une glande sudoripare, avec ses vaisseaux (grossi 35 fois). — *a*, glomérule glandulaire; *b*, conduit excréteur ou canal sudorifère; *c*, vaisseaux d'un glomérule glandulaire. — D'après Todd et Bowman.

Les glandes sudoripares sont généralement logées dans les mailles de la ortion réticulaire du derme, plus ou moins profondément, entourées de etits lobules de graisse et d'un tissu conjonctif lâche, à côté ou au-des- us des follicules pileux. Rarement on les rencontre dans le tissu cellu- ire sous-cutané ou sur sa limite, si ce n'est dans l'aisselle, dans l'au- ole, aux paupières, au pénis et au scrotum, dans la paume de la main t à la plante du pied. Dans ces deux dernières régions, elles sont rangées n séries au-dessous des crêtes du derme et également espacées les unes es autres. Ailleurs on les trouve, en général, régulièrement réparties dans s mailles du derme, dont chacune renferme une ou deux glandes; mais, 'après Krause, il peut y avoir des espaces de 0^{mm},5 à 1 millimètre où elles anquent complétement, ou bien dans lesquels elles forment des groupes e trois ou quatre glandes. Dans la cavité axillaire, elles constituent une *uche continue* au-dessous du derme.

Krause a trouvé de 400 à 600 glandes sudoripares dans un pouce carré e peau de la face postérieure du tronc, des joues, et des deux premier gments des membres inférieurs; il a compté 924 à 1090 glandes sur a même étendue de peau prise à la face antérieure du tronc, au cou, au ont, à l'avant-bras, au dos de la main et du pied; 2685 à la plante du ied, 2736 à la paume de la main. Krause estime que le nombre total des landes sudoripares, sans compter celles de l'aisselle, est de 2 281 248 pproximativement; ce chiffre me paraît un peu trop fort. Le même uteur évalue le volume total de ces glandes, y compris celles de l'ais- elle, à 39,653 pouces cubes.

Les vaisseaux des glandes sudoripares se distinguent très-bien autour e celles de l'aisselle (fig. 92); mais on peut les voir aussi çà et là sur les utres glandes, surtout au pénis, où des glandes de 0^{mm},7, par exemple, eçoivent, dans leur épaisseur, de très-belles branches d'une artère de 40 μ de diamètre. Sur des portions de peau dont l'injection a parfaite- ent réussi, les glandes sudoripares se présentent sous l'aspect de petits orps rougeâtres. — Jusqu'ici on n'y a pas découvert de nerfs.

§ 64. **Structure des glomérules glandulaires.** — Généralement les landes sudoripares sont formées par un canal unique, très-tortueux, roulé n peloton, et que Krause a trouvé, dans un cas, long de 1^{mm},6. Ce canal onserve ordinairement le même calibre dans tout son trajet, et se ter- ine, soit à la surface de la glande, soit dans son intérieur, par une extré- ité borgne, un peu renflée. Ce n'est que dans les grosses glandes de 'aisselle que le canal glandulaire se ramifie; le plus souvent il donne aissance, dans ces glandes, à plusieurs branches, qui, elles-mêmes, se ubdivisent, mais s'anastomosent très-rarement entre elles, et fournis- ent parfois de petits culs-de-sac latéraux, avant de se terminer en ecum.

Les *parois* des canaux glandulaires sont tantôt *minces* et tantôt *épaisses* ig. 93). Dans le premier cas (fig. 93, A), elles ont une enveloppe fibreuse

externe, qui se compose d'un tissu conjonctif vaguement fibrillaire et parsemé de noyaux allongés; plus en dedans, se trouve une *membrane propre*, que Virchow le premier a réussi à isoler, et qui est tapissée d'une couche simple ou multiple de cellules polygonales, de 11 à 16 μ. Ces dernières ont des caractères en tout semblables à ceux des cellules profondes du réseau de Malpighi, si ce n'est qu'elles renferment fréquemment des *granulations graisseuses*, plus souvent encore un petit nombre de *granulations pigmentaires* jaunes ou brunâtres.

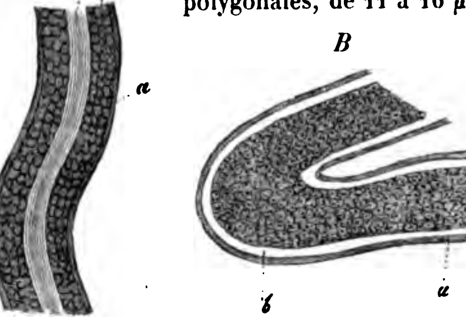


FIG. 93.

Les *canaux sudoripares à parois épaisses* (fig. 93, B) sont munis, outre les couches précédentes, d'*une couche moyenne de fibres musculaires, dirigées longitudinalement*, dont les éléments, très-faciles à isoler, se montrent sous la forme de fibres-cellules musculaires de 34 à 90 μ de longueur et 4 à 11, ou même 18 μ de largeur, renfermant constamment un noyau oblong, et accidentellement quelques granulations pigmentaires. Toutes les fois que les canaux glandulaires ne contiennent que du liquide, leur épithélium est très-distinct et formé d'une simple couche de cellules polygonales, qui ont de 14 à 34 μ en diamètre; dans les autres cas, il est au contraire très-difficile, sinon impossible de le distinguer. Quant à la répartition de ces deux formes de canaux glandulaires, il est d'observation que les parois épaisses et la structure musculaire se rencontrent surtout dans les glandes volumineuses de l'aisselle; ces glandes ont des parois musculeuses dans tout leur trajet, ce qui leur donne un aspect strié tout à fait spécial. — Les grosses glandes de la racine du pénis et du mamelon sont les seules qui aient une structure complétement identique avec celle des glandes axillaires; mais on trouve des parois musculaires, plus faibles, il est vrai, ou moins développées, dans plusieurs autres régions, entre autres dans les glandes de la paume de la main, dont les larges canaux, remarquables par l'épaisseur de leurs parois, présentent des fibres musculaires assez nettes, quoique moins abondantes que dans les glandes axillaires. On pourrait en dire autant de certaines glandes du scrotum, du dos, des

FIG. 93. — Canaux de glandes sudoripares (grossissement 350 fois).

A. Canal à parois minces, non musculaires, avec cavité centrale, provenant de la main. — *a*, enveloppe de tissu conjonctif; *b*, épithélium; *c*, lumière du canal.

B. Portion d'un canal dépourvu de cavité, avec des parois musculaires, prise sur le scrotum. — *a*, tissu conjonctif; *b*, couche musculaire; *c*, cellules remplissant le canal glandulaire, et présentant des granulations jaunes dans leur contenu.

grandes lèvres, du mont de Vénus et de la région anale, avec cette restriction, cependant, que souvent il n'y a de fibres musculaires que sur une très-faible étendue du canal glandulaire, ou même uniquement à sa terminaison en cul-de-sac. Parmi les glandes à parois minces et privées de muscles, il faut ranger celles de la jambe, du pénis, de la mamelle (sauf l'auréole), des paupières, la plupart de celles du dos et de la cuisse, de la poitrine et de l'abdomen, ainsi que des deux premiers segments des membres supérieurs.

Le diamètre des canaux glandulaires varie, dans les petites glandes, entre 49 et 90 μ, et comporte en moyenne 67 μ; l'épaisseur des parois est de 4 à 7 μ; l'épithélium mesure 14 μ, et la lumière du canal, entre 9 et 22 μ. Les glandes de l'aisselle contiennent des canaux dont le diamètre est de 160 à 220 μ, et même 330 μ, et dont les parois ont jusqu'à 13 μ d'épaisseur, sans compter l'épithélium; sur cette épaisseur, la moitié revient à la couche musculaire. Mais il y a aussi des glandes, et ce sont même les plus volumineuses, dont les canaux n'ont qu'un diamètre de 68 à 135 μ, avec des parois de 9 μ d'épaisseur. Dans les glandes de l'auréole et des parties génitales qui ont un certain volume, les dimensions varient également, mais dans des limites plus restreintes.

Les glomérules de toutes les glandes sudoripares sont traversés, dans leur épaisseur, par des faisceaux de tissu conjonctif, qui contiennent parfois des cellules graisseuses, et qui servent à soutenir les vaisseaux sanguins et à relier entre elles les diverses circonvolutions des canaux sécréteurs. Une membrane fibreuse enveloppe le peloton tout entier; composée de tissu conjonctif ordinaire, renfermant des cellules, cette membrane est surtout bien développée dans les glandes situées dans le tissu cellulaire sous-cutané (pénis, aisselle, etc.).

Le *contenu des petites glandes sudoripares*, à cavité appréciable, est un liquide clair, transparent, sans trace d'éléments figurés; dans les glandes axillaires, au contraire, on trouve une substance plus ou moins molle, grisâtre ou blanc jaunâtre, qui, examinée au microscope, présente une quantité innombrable de granulations fines et pâles et quelquefois des noyaux isolés, ou bien un nombre considérable de grosses granulations foncées, incolores ou jaunâtres, des noyaux et un nombre variable de cellules semblables aux cellules épithéliales que nous avons décrites. Ce contenu, qui m'a paru renfermer beaucoup de protéine et de graisse, peut se rencontrer, par exception, dans les grosses glandes sudoripares de quelques autres régions, celles de l'auréole, par exemple, et même dans les petites glandes; il résulte de la multiplication des cellules épithéliales des culs-de-sac glandulaires, et doit être placé, par conséquent, pour ce qui est de son mode de développement, à côté de la matière sébacée et du lait. — Nous ignorons encore jusqu'à quel point, sous l'influence de certaines circonstances, les petites glandes sudoripares fournissent un produit de sécrétion analogue; toujours est-il que ces glandes, quand nous transpirons,

sécrètent un liquide qui ne renferme que très-peu de matériaux solides.

Jusqu'à présent, je n'ai rencontré ni dans la sueur de l'homme, ni dans les petites glandes, ce qu'on a appelé les corpuscules de la sueur (Henle, p. 915 et 939), c'est-à-dire des formations analogues aux corpuscules muqueux; je désire cependant attirer l'attention sur cette circonstance, que, dans les petites glandes, il existe normalement des canaux qui ne sont pas creux, mais entièrement remplis de cellules épithéliales (fig. 93, B). Ce fait m'a paru presque constant au voisinage des culs-de-sac terminaux, tandis que les canaux qui sont peu éloignés du conduit excréteur ont toujours une lumière de 9 à 22 μ. Il n'est pas impossible, à mon avis, que de temps en temps il se forme un produit celluleux dans les glandes sudoripares ordinaires, absolument comme dans les glandes axillaires; car l'étude des utricules de ces dernières ne permet pas de douter que la sueur de l'aisselle ne renferme des granulations, des noyaux, et peut-être des fragments de cellules.

§ 65. **Canaux sudorifères.** — Les canaux excréteurs des glandes sudoripares, ou les *conduits sudorifères*, *conduits spiroïdes* (fig. 49, 94), naissent de l'extrémité supérieure des pelotons glandulaires, sous la forme de canaux simples, s'élèvent verticalement et un peu en serpentant à travers le derme, et pénètrent dans l'épiderme en passant entre les papilles, jamais en traversant le sommet de ces dernières. Là ils commencent à se contourner en spirale, et, suivant l'épaisseur de l'épiderme, à décrire deux à seize tours de spire plus ou moins grands, pour s'ouvrir enfin par un petit orifice arrondi ou quelquefois infundibuliforme, *orifice sudoral*, à la surface libre de l'épiderme, très-rarement (voy. fig. 91) dans l'intérieur d'un follicule pileux.

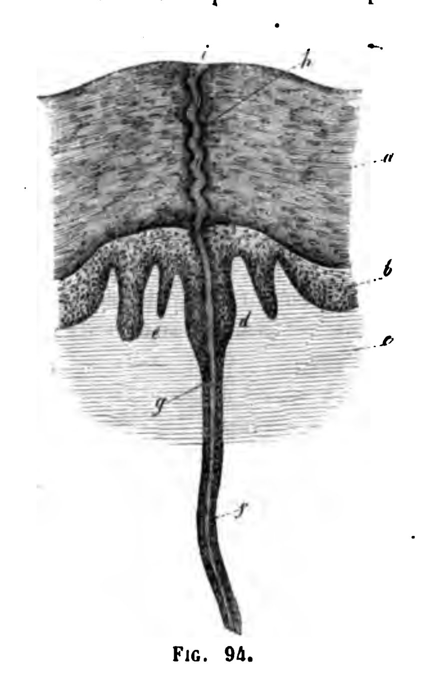


Fig. 94.

La longueur des conduits sudorifères dépend du siége de la glande et de l'épaisseur de la peau. Ces conduits sont toujours plus étroits, à leur origine, que les canaux du glomérule glandulaire; leur diamètre est d'abord de 20 à 27 μ, et reste le même jusqu'au point où ils pénètrent dans la couche de Malpighi; là il devient au moins deux fois plus considérable et peut atteindre 54 et 64 μ (fig. 94); ainsi élargi, le

Fig. 94. — Coupe verticale à travers l'épiderme et la face externe du derme de la pulpe du pouce, et intéressant deux crêtes (grossie 50 fois, et traitée par l'acide acétique). — *a*, couche cornée de l'épiderme; *b*, couche muqueuse; *c*, derme; *d*, papille simple; *e*, papille composée; *f*, épithélium d'un canal sudorifère qui va pénétrer dans le corps muqueux; *g*, sa lumière dans le derme; *h*, dans la couche cornée; *i*, orifice sudoral.

conduit traverse l'épiderme, et se termine par un orifice de 40 à 110 μ de diamètre. J'ai trouvé, sur une glande de l'aisselle, un canal excréteur qui mesurait 140 à 200 μ au niveau des follicules sébacés, descendait à 70 μ immédiatement au-dessous de l'épiderme, et revenait à 140 μ dans l'épaisseur de l'épiderme. — Dans le derme, les conduits sudorifères présentent toujours une lumière très-nette, une enveloppe externe de tissu conjonctif avec des noyaux allongés (ceux des glandes de l'aisselle ont encore des fibres musculaires, dans leur portion inférieure, du moins), et un épithélium formé, au moins, de deux couches de cellules polygonales à noyau, sans granulations pigmentaires. En pénétrant dans l'épiderme, ils perdent leur enveloppe de tissu conjonctif, qui se confond avec les couches superficielles du derme; leurs limites ne sont plus marquées, dès lors, que par des couches de cellules, cellules à noyau dans le corps de Malpighi, cellules sans noyau dans la couche cornée, mais tout à fait semblables à celles de l'épiderme, dont elles ne diffèrent que par leur position verticale, notamment dans la couche cornée. Quelquefois la lumière du conduit est très-distincte dans l'épiderme; d'autres fois sa place est occupée par une traînée granuleuse qui traverse le canal, et qui est peut-être constituée par un produit de sécrétion ou par un sédiment des parties sécrétées. Les *orifices sudoraux* affectent une disposition tantôt régulière, tantôt irrégulière, toujours en rapport avec celle des glandes; à la paume de la main et à la plante des pieds, — on peut encore les distinguer à l'œil nu; partout ailleurs leur étude exige l'emploi du microscope. — On voit çà et là les canaux excréteurs de deux glandes sudoripares se réunir en un seul conduit (Krause).

§ 66. **Développement des glandes sudoripares.** — Les glandes sudoripares se développent exactement d'après le même type que les glandes sébacées. Les premiers rudiments de ces glandes n'apparaissent qu'au cinquième mois de la vie embryonnaire : ce sont, dans l'origine, de simples *excroissances de la couche de Malpighi, excroissances tout à fait pleines, dont la forme rappelle celle d'une bouteille* (fig. 95); à cette époque, elles ressemblent beaucoup aux premiers rudiments des follicules pileux, et s'enfoncent de 67 à 200 μ dans l'épaisseur du derme, qui leur fournit une enveloppe très-mince. Plus tard, ces excroissances s'allongent, et dans le cours du sixième mois, elles forment des appendices grêles, légèrement tortueux, et renflés à leur extrémité libre. Jusqu'alors elles sont encore exclusivement composées de petites cellules arrondies. Ce n'est qu'au septième mois que les glandes présentent dans leur intérieur un canal, dont le développement est probablement lié à l'apparition d'une certaine quantité de liquide entre les cellules centrales du rudiment de la glande. Peut-être aussi, pendant ce temps, une portion de ces cellules se dissolvent-elles, comme cela a lieu lors de la formation de la cavité des glandes sébacées. A peu près à la même époque où apparaît le canal central, les extrémités des rudiments glanduleux grossissent consi-

dérablement et se recourbent en forme de cornue, si bien qu'on peut reconnaître alors les rudiments des glomérules futurs (fig. 96). Pendant que ces phénomènes ont lieu, les cavités glandulaires s'ouvrent à l'extérieur, et l'on voit se former les orifices sudoraux, fait qu'on peut expli-

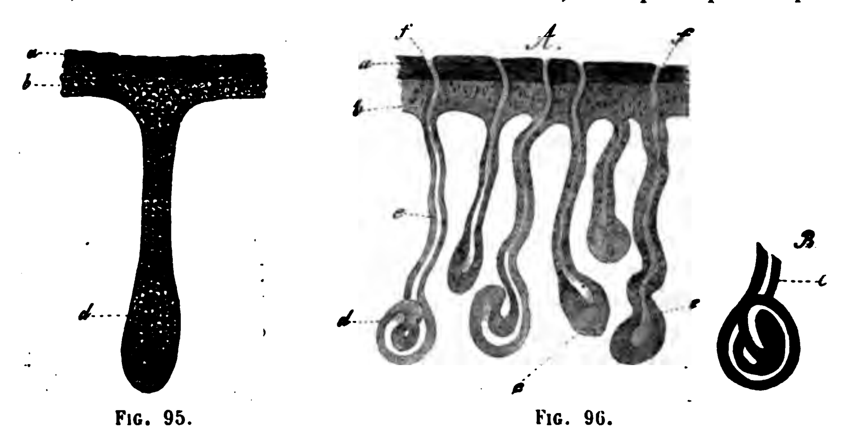


Fig. 95. Fig. 96.

quer par cette circonstance que la production d'une cavité s'étend dans le réseau de Malpighi de l'épiderme, et que la couche cornée tombe par desquamation. Dans les derniers mois de grossesse, les glandes se complètent, si bien que chez le nouveau-né, abstraction faite du volume, elles ne se distinguent en rien de celles de l'adulte.

Pour étudier le siége des glandes sudoripares et de leurs conduits excréteurs, on se procurera des coupes très-fines de la peau fraîche ou légèrement desséchée de la paume de la main ou de la plante du pied, et on les rendra transparentes au moyen de l'acide acétique ou de la soude. Gurlt emploie à cet effet la peau durcie et rendue translucide par une solution de carbonate de potasse. Giraldès fait macérer la peau pendant vingt-quatre heures dans l'acide nitrique étendu (acide, 1 part.; eau, 2 part.), puis dans l'eau pendant le même espace de temps, mode de traitement qui, d'après Krause, serait très-avantageux, attendu qu'il donne aux glandes une couleur jaune qui les fait parfaitement ressortir sur le reste de la peau. Sur des lambeaux de peau qui ont macéré dans l'eau, on peut enlever l'épiderme avec le revêtement celluleux des canaux sudorifères, et même, d'après Tobien, leur enveloppe de tissu conjonctif, sous forme de longs boyaux. J'ai pu assez souvent arriver au même résultat en traitant par l'acide acétique concentré des lambeaux de peau pris dans des régions où elle est fort mince. L'étude des glomérules glandulaires est très-facile sur les glandes axillaires; partout ailleurs il faut disséquer la peau de dedans en dehors, et rechercher les glandes, soit à sa face interne, soit dans ses mailles; on réussit facilement avec un peu d'attention, principalement à la main, au pied et au mamelon. Pour la

Fig. 95. — Glande sudoripare rudimentaire d'un embryon humain de cinq mois, vue à un grossissement de 350 diamètres. — *a*, couche cornée de l'épiderme; *b*, couche muqueuse; *c*, derme; *d*, rudiment de la glande, sans lumière, et formé de petites cellules arrondies.

Fig. 96. — A. Glandes sudoripares rudimentaires au septième mois (grossissement de 50 diamètres). — *a, b, d*, comme dans la figure 95. Le canal *e* existe partout; mais il n'atteint pas encore l'extrémité de la partie renflée de la glande, qui doit former le glomérule, les prolongements des canaux dans l'épiderme et les orifices sudoraux *f* existent également.
B. Glomérule d'une glande sudoripare au huitième mois du développement.

démonstration, on se servira avec avantage des grosses glandes décrites par Gurlt à la face plantaire du pied du chien, ou mieux encore des grosses glandes qu'on trouve tout isolées dans le tissu cellulaire sous-cutané du pis de la jument. Pour compter les glandes, on peut chercher leurs embouchures sur des sections horizontales, ou bien examiner attentivement une étendue déterminée de peau traitée par la méthode de Giraldès (Krause). L'étude du développement des glandes sera faite sur des coupes pratiquées au moyen du couteau double ou du rasoir sur la peau fraîche ou desséchée de la plante du pied et de la paume de la main, chez les embryons. Même chez ceux qui ont été conservés dans l'alcool, on peut encore voir très-bien les glandes sudoripares, en ayant soin de faire des coupes fines, ou immédiatement après y avoir ajouté de la soude caustique.

Bibliographie. — Breschet et Roussel de Vauzème, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils tégumentaires des animaux*, dans *Ann. des sc. nat.*, 1834, p. 167 et 321 (découverte des glandes sudoripares). — Gurlt, *Vergleichende Untersuchungen über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere, besonders in Bezug auf die Absonderungsorgane des Hauttalges und des Schweisses,* dans *Müller's Archiv*, 1835, p. 399 (première bonne représentation des glandes elles-mêmes). — Tobien, *De glandularum ductib. efferent.* Dorp., 1853, p. 8. — Voyez, en outre, les traités généraux, particulièrement ceux de Todd-Bowman, Henle, Valentin, Hassall et le mien; les mémoires cités à propos de la peau, de Krause, moi, Simon, de Bärensprung et Schrön, ainsi que les mémoires de Leydig, cités à l'occasion des poils; puis les planches de Berres, tab. XXIV; de R. Wagner, *Icon. phys.*, tab. XVI, fig. 9; d'Ecker, *Icon. phys.*, tab. XVII; de F. Arnold, *Icon. org. sens.*, tab. XI, et les miennes (*Mikr. Anat.*, tab. I).

ARTICLE II. — DES GLANDES CÉRUMINEUSES.

§ 67. **Structure des glandes cérumineuses.** — Ce sont de petites glandes simples, de couleur brunâtre, qui ressemblent extérieurement aux glandes sudoripares; elles ne se trouvent pas dans tout le conduit auditif externe, mais seulement dans sa portion cartilagineuse, et sont situées entre la peau et le cartilage ou les trousseaux fibreux qui le remplacent, au sein d'un tissu cellulaire sous-cutané serré et peu riche en graisse; elles forment une couche glandulaire continue, de couleur jaune brunâtre, facile à voir à l'œil nu, qui acquiert sa plus grande épaisseur sur la moitié interne du conduit cartilagineux, et qui, vers l'extérieur, devient de moins en moins épaisse et serrée, bien que s'étendant sur toute la surface de la lame cartilagineuse du conduit auditif.

Chacune de ces glandes comprend un glomérule glandulaire et un conduit excréteur. Le premier (fig. 97, *d*) a $0^{mm},2$, $0^{mm},5$ à $1^{mm},7$ de diamètre; il est formé par les circonvolutions multiples d'un canal unique, large de 70 à 140 μ, ou 90 à 110 μ en moyenne. Ce canal présente çà et là, mais non constamment, de petits diverticules latéraux, et se termine par une extrémité borgne, légèrement renflée. Du glomérule s'élève verticalement un conduit excréteur court, rectiligne, ayant 38 à 54 μ de diamètre, lequel perfore le derme et l'épiderme du conduit auditif, pour s'ouvrir le plus souvent par un orifice spécial, arrondi, de $0^{mm},1$ de diamètre, ou bien pour s'aboucher avec la partie supérieure d'un follicule pileux.

Voici quelle est la *structure intime* des glandes cérumineuses. Les canaux des glomérules glandulaires possèdent *une enveloppe fibreuse* et *un épithélium*, la première de 9 à 11 μ, la seconde de 9 μ d'épaisseur. L'enveloppe fibreuse se comporte en tous points comme celle des grosses glandes sudoripares, c'est-à-dire qu'elle consiste en une couche interne,

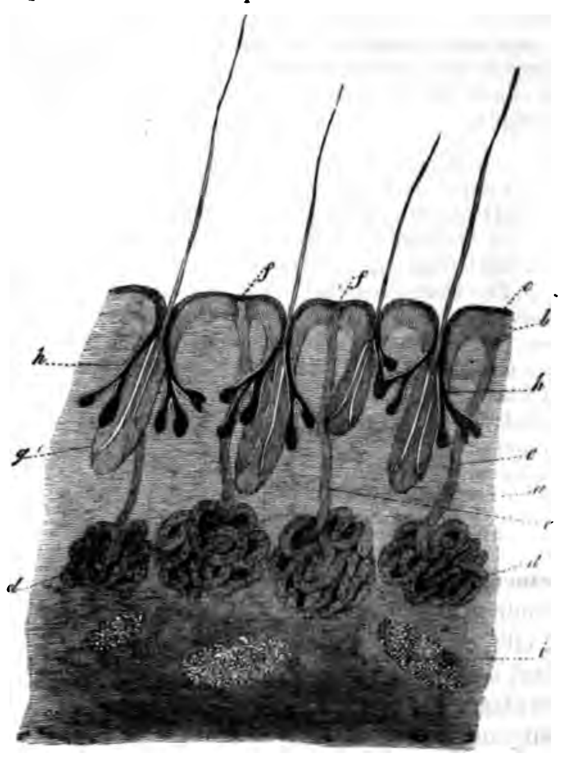


FIG. 97.

de 5 à 6 μ d'épaisseur, et composée de *muscles lisses* dirigés longitudinalement, et en une couche externe, formée de tissu conjonctif et parsemée de noyaux, avec quelques rares fibres élastiques fines. L'épithélium, reposant probablement sur une *membrane propre*, se compose d'une simple couche de grosses cellules polygonales, de 14 à 22 μ de diamètre; ces cellules contiennent, soit des granulations pigmentaires plus ou moins abondantes, d'un jaune brunâtre, insolubles à froid dans les alcalis et dans les acides, quelquefois d'une petitesse incommensurable, mais ayant d'autres fois jusqu'à 4 μ de diamètre, soit des gouttelettes blanches de graisse, pouvant atteindre jusqu'à 2 μ de diamètre; en général, cependant, une étendue

FIG. 97. — Section de la peau du conduit auditif externe, grossie 20 fois. — *a*, derme; *b*, corps de Malpighi; *c*, couche cornée de l'épiderme; *d*, glomérules des glandes cérumineuses; *e*, leurs conduits excréteurs; *f*, orifices de ces conduits; *g*, follicules pileux; *h*, glandes sébacées du conduit auditif; *i*, lobule de graisse.

assez considérable d'un canal glandulaire ne présente qu'une seule et même espèce de granulations, d'où il résulte que la glande peut paraître brunâtre ou noire (blanche à la lumière directe). Le contenu des canaux glandulaires est tantôt un liquide limpide, tantôt une substance granuleuse, formée principalement de cellules analogues aux cellules épithéliales; ce qui semble indiquer que les produits de sécrétion des glandes cérumineuses sont les mêmes que ceux des glandes sudoripares. — Les *conduits excréteurs* possèdent une enveloppe de tissu conjonctif et plusieurs couches de petites cellules épithéliales à noyau, sans granulations graisseuses ou pigmentaires. La cavité de ces conduits, qui n'est pas toujours très-distincte, renferme, soit un liquide transparent, soit une substance grenue peu abondante.

§ 68. **Produit de la sécrétion des glandes cérumineuses.** — On l'appelle communément *cérumen de l'oreille*, ce qui n'est pas tout à fait exact; quand on examine la substance visqueuse, plus ou moins solide, de couleur jaune on brunâtre, qui est sécrétée dans la portion cartilagineuse du conduit auditif, on trouve qu'elle est composée de plusieurs éléments distincts. Outre quelques petits poils, et un *acarus folliculorum* qu'on rencontre çà et là, avec un nombre variable de cellules épidermiques, on y distingue : 1° une foule de cellules, de 20 à 45 μ de diamètre, entièrement remplies d'une graisse pâle, cellules généralement oblongues, aplaties, de forme irrégulière, dont la graisse se divise en gouttelettes sphériques ou irrégulières sous l'influence de l'eau, ou mieux de la soude; 2° beaucoup de graisse libre, sous la forme de petites gouttelettes arrondies, pâles ou jaunâtres, que l'eau rend plus visibles en modifiant leur couleur et en leur donnant l'apparence de granulations foncées, quelquefois excessivement fines, mais qui peuvent atteindre 5 μ et plus; 3° des granulations jaunes ou brunâtres et des amas de granulations, généralement libres, rarement contenus dans des cellules. Ces granulations, en somme, sont peu nombreuses; 4° enfin une petite quantité d'un liquide limpide, lorsque le produit sécrété a une certaine fluidité. Les cellules me paraissent appartenir à la matière sébacée du conduit auditif externe, tandis que les autres éléments mentionnés ci-dessus constituent le produit des glandes cérumineuses, qui sécréteraient, par conséquent, un liquide graisseux, contenant des granulations brunâtres.

La *distribution des vaisseaux* dans les glandes cérumineuses est la même que celle des glandes sudoripares; j'ai pu voir, dans un cas, une fibre nerveuse fine, de 7 μ de largeur, dans l'épaisseur d'une glande cérumineuse. — *Quant au mode de développement* de ces glandes, il ressemble à celui des glandes sudoripares.

Tout ce que j'ai pu voir des glandes cérumineuses me porte à penser qu'elles ne sont qu'une modification des glandes sudoripares. C'est aussi l'opinion de Frey et de Henle, qui les rangent résolûment avec ces dernières. — Nous n'avons aucune notion sur les *états pathologiques* des glandes cérumineuses. Nous savons que le

cérumen est quelquefois très-dur, d'autres fois liquide, pâle et comme purulent. Ce dernier état se montre dans les cas d'inflammation du conduit auditif externe; le cérumen contient alors beaucoup plus de liquide et de graisse libre que d'habitude, ainsi que de très-belles cellules pleines de graisse. — Meissner prétend avoir trouvé aussi, dans le cérumen, des corpuscules amyloïdes, semblables à ceux du cerveau, et Mayer (*Müll. Arch.*, 1844, p. 404), et Inman (*Quart. Journ. of micr. Science*, 1853) y ont rencontré des mucédinées.

Pour la manière d'étudier les glandes cérumineuses, je ne puis que renvoyer à ce que j'ai dit à l'occasion des glandes sudoripares.

Bibliographie. — R. Wagner, *Icones physiologicæ*, tab. XVI, fig. 11, A, B. — Krause et Kohlrausch, dans *Müller's Archiv*, 1830, p. 116. — Pappenheim, *Beiträge zur Kenntniss der Structur des gesunden Ohres*, dans *Fror. n. Not.*, 1838, n° 441, p. 131, et *Specielle Gewebelehre des Gehörorgans*. Breslau, 1840. — Henle, *Allg. Anat.*, p. 915, 916, 934, 941. — Huschke, *Eingeweidelehre*, p. 819. — Hassall, *Mikrosk. Anat.*, p. 427, pl. LVII. — Valentin, article GEWEBE, dans *Handw. der Phys.*, I, p. 755.

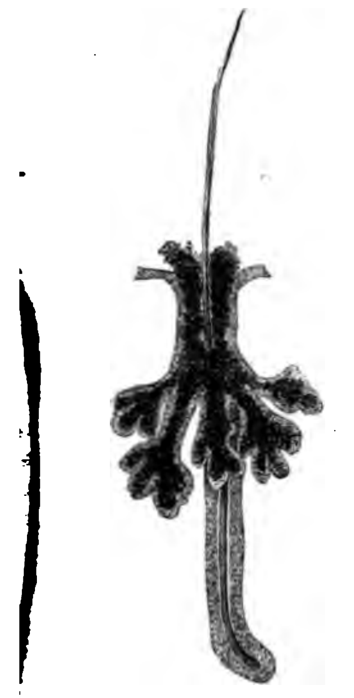
ARTICLE III. — DES GLANDES SÉBACÉES.

§ 69. **Caractères des glandes sébacées.** — On appelle ainsi de petites glandes blanchâtres, qui sont presque toujours logées dans l'épaisseur de la peau, et qui sécrètent la *matière sébacée* (*sebum cutaneum*).

La *forme* de ces glandes est très-diverse : les plus simples d'entre elles (fig. 98, A) sont de petits utricules piriformes ou un peu allongés; d'autres sont des *glandes en grappe simple*, formées d'utricules ou de vésicules, au nombre de deux, trois ou plus, réunies par un pédicule plus ou moins court; dans d'autres, enfin (fig. 98, B; fig. 99), deux, trois grappes simples ou plus sont implantées sur un canal excréteur commun, et produisent une petite *glande en grappe composée*. Outre ces trois formes, qui représentent les variétés principales, il en existe une foule d'autres, intermédiaires, et qui n'exigent pas une description spéciale.

Les glandes sébacées se rencontrent surtout dans les régions couvertes de poils, et s'ouvrent au dehors par un orifice qui leur est commun avec les follicules pileux; c'est ce qui les a fait appeler *glandes des follicules pileux*. Partout où les poils sont gros, les glandes sébacées se présentent sous l'aspect d'appendices latéraux des follicules pileux, dans lesquels elles s'ouvrent par des conduits excréteurs étroits (fig. 91, 97); dans les régions garnies de poils follets, au contraire, il arrive souvent que les canaux glandulaires et les follicules pileux ont les mêmes dimensions (fig. 98, B), et se terminent dans un canal commun, qu'on peut considérer indifféremment comme la continuation de l'un ou de l'autre organe; quelquefois même c'est le canal glandulaire qui l'emporte en volume (fig. 99), de manière que les poils et leurs follicules s'abouchent avec la glande et sortent par l'orifice de cette dernière. Le bord labial (moi), les petites lèvres (voyez plus loin), le gland et le prépuce du pénis, sont les seules régions glabres qui possèdent des glandes sébacées; le gland et le prépuce du clitoris en sont complétement dépourvus. En général, les

glandes sébacées s'appliquent contre les follicules pileux et se trouvent dans les couches supérieures du derme; elles sont plus grosses autour des petits poils qu'au voisinage des gros; mais on trouve des cas particuliers qui font exception à cette règle. Quant aux glandes des gros follicules pileux, ce sont généralement des glandes en grappe simple, de $0^{mm},2$ à $0^{mm},7$ de diamètre, et placées, au nombre de 2 à 5, autour de chaque follicule. Les cheveux n'en possèdent chacun que deux des plus



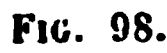


Fig. 98.

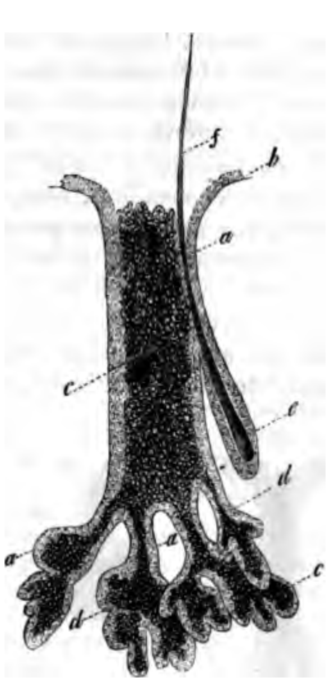


Fig. 99.

petites ($0^{mm},2$ à $0^{mm},4$); les poils de la barbe, ceux de la poitrine et de la cavité axillaire qui ont une certaine longueur, présentent déjà des glandes plus grosses ($0^{mm},4$ à $0^{mm},6$), dont plusieurs, en général, entourent chaque follicule. Mais les glandes les plus volumineuses se rencontrent au

Fig. 98. — Glandes sébacées du nez, grossies 50 fois environ.

A. Glande utriculaire simple, sans poil.

B. Glande composée, s'ouvrant par un orifice commun avec un follicule pileux : *a*, épithélium glandulaire, continu avec la couche de Malpighi, *b*, de l'épiderme ; *c*, contenu des glandes, cellules graisseuses et graisse libre ; *d*, les divers lobules de la glande composée ; *e*, follicule pileux (gaîne de la racine) avec le poil, *f*.

Fig. 99. — Glande très-volumineuse du nez, avec de petits follicules pileux qui s'ouvrent dans sa cavité. — Grossissement de 50 diamètres. Les lettres *a*, *f*, désignent les mêmes parties que dans la figure 98.

mont de Vénus, aux grandes lèvres et au scrotum; dans ces régions, la dernière surtout, elles sont situées immédiatement au-dessous du derme, où les 4 à 8 glandes appartenant au même follicule sont disposées fort élégamment en une sorte d'étoile, large de 0mm,5, 1 ou 2 millimètres. Les follicules de certains poils courts, mais gros, sont munis généralement de deux petites glandes sébacées de 0mm,1 à 0mm,5, comme on le voit aux sourcils, aux cils, aux vibrisses. Les poils follets possèdent ordinairement des glandes ou des amas de glandes volumineuses, ayant 0mm,5 à 2mm,2 de diamètre, particulièrement au nez, à l'oreille (conque, fosse scaphoïde, etc.), au pénis (moitié antérieure), à l'auréole; au nez, les glandes sébacées acquièrent quelquefois un volume extraordinaire et une forme tout à fait spéciale (fig. 99), qui fait la transition à certaines productions pathologiques. Les glandes de la caroncule lacrymale, des lèvres (portion couverte de poils), du front, de la poitrine et de l'abdomen, ont généralement 0mm,4 à 0mm,7; celles des paupières, des joues, du cou, du dos et des membres, sont un peu plus petites (0mm,3 à 0mm,5), quoique toujours plus grosses que celles des cheveux. Quant aux glandes qui ne se rattachent pas à des follicules pileux, il n'y a guère que celles du bord rouge des lèvres et quelques glandes des petites lèvres qui aient un certain volume (0mm,3 à 1 millimètre) et une disposition rayonnée, avec une embouchure de 75 μ de diamètre; les autres sont le plus souvent de simples utricules, ayant tout au plus 0mm,3 à 0mm,4 de longueur et 0mm,14 de largeur. — Les *vésicules glandulaires* des glandes sébacées sont des utricules arrondis, en forme de poire ou de bouteille, quelquefois même plus allongés; elles ont des dimensions excessivement variables, car elles peuvent avoir de 140 à 160 μ de longueur, et 40 à 210 μ de largeur; leur diamètre, en moyenne, est de 70 μ dans les vésicules rondes, de 180 μ en longueur, et 70 μ en largeur, dans les vésicules allongées. Les conduits excréteurs ne varient pas moins dans leurs dimensions; ils peuvent être longs ou courts, larges ou étroits. Les conduits excréteurs principaux des glandes du nez et des petites lèvres atteignent jusqu'à 750 μ de longueur et 150 à 350 μ de largeur, et sont tapissés d'un épithélium de 35 à 70 μ d'épaisseur.

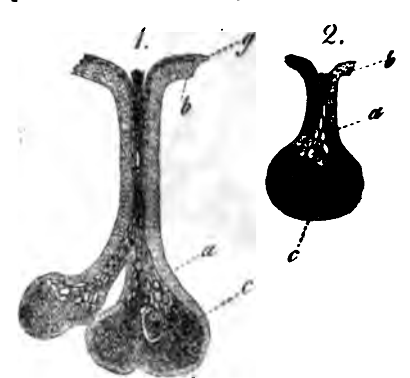


Fig. 100.

Fig. 100. — Deux glandes sébacées, dont la grande, 1, vient de la lame interne du prépuce, la petite, 2, du gland du pénis (grossies 50 fois). — *a*, épithélium glandulaire, se continuant avec *b*, la couche de Malpighi de la peau; *c*, contenu de la glande avec quelques grosses gouttes de graisse; *g*, couche cornée de l'épiderme, se prolongeant un peu dans le conduit excréteur.

Les glandes sébacées du gland et celles du feuillet interne du prépuce, ou *glandes de Tyson*, sont *loin d'être constantes*; elles n'existent quelquefois qu'en très-petit nombre (2 à 10), et d'autres fois on en compte des centaines. Ce sont des *glandes sébacées ordinaires*, qui ne diffèrent de celles des autres régions que parce qu'elles n'ont aucun rapport avec les follicules pileux et qu'elles s'ouvrent directement à la surface de la peau. On peut généralement les reconnaître déjà à la simple vue, sous la forme de points blanchâtres, qui ne dépassent pas le niveau de la peau. Sur des lambeaux de peau traités par la soude ou par l'acide nitrique, il est très-facile d'en étudier les caractères microscopiques. On voit alors que ces glandes sont tantôt de simples utricules et tantôt des glandes en grappe simple ; dans le premier cas, elles sont formées d'un utricule arrondi ou piriforme de 110 à 270 μ de diamètre, et d'un conduit excréteur rectiligne, long de 220 μ et large de 55 à 75 μ; dans le second cas, elles possèdent 2 ou 3, tout au plus 5 culs-de-sac terminaux et mesurent en tout 180 à 400 μ. Dans l'une et l'autre espèce, les embouchures sont des orifices de 50 à 140 μ de diamètre, très-faciles à voir. Quant au siége de ces petites glandes, je ferai remarquer que je les ai toujours rencontrées, au nombre de 10 à 50 et plus, dans le prépuce (lame interne), principalement à sa partie antérieure et au voisinage du frein; que souvent elles manquaient complétement au gland et à son col, tandis que d'autres fois elles existaient en nombre considérable, jusqu'à 100, surtout à la face antérieure du gland. Les glandes du prépuce sont généralement en grappe, celles du gland, des glandes utriculaires. Leur contenu est le même que celui des autres glandes sébacées, c'est-à-dire qu'il consiste en cellules graisseuses; nous en reparlerons un peu plus loin.

Les glandes sébacées des *organes génitaux de la femme* sont généralement très-nombreuses sur les faces externe et interne des petites lèvres, où elles sont quelquefois aussi volumineuses que les glandes annexées aux petits poils de la face interne des grandes lèvres; d'autres fois, au contraire, elles sont beaucoup plus petites. Le gland du clitoris et le feuillet interne du prépuce clitoridien ne m'ont jamais offert de glandes sébacées, bien que Burkhardt parle de glandes qui garniraient la couronne du clitoris; mais, dans quelques cas isolés, j'en ai rencontré au voisinage du méat urinaire et à l'entrée du vagin.

Les glandes sébacées que j'ai trouvées au rebord rouge des lèvres ont leur siége dans cette portion de ce rebord qui est visible quand les lèvres sont rapprochées, particulièrement à la lèvre supérieure, plus rarement à la lèvre inférieure. Là encore ces glandes, bien qu'existant généralement, ne sont pas constantes; elles sont aussi très-variables en nombre, si bien que tantôt on n'en trouve que très-peu (le plus souvent à la commissure), et tantôt de 50 à 100.

Les *glandes de Meibomius* des paupières ressemblent exactement aux glandes sébacées, quant à leurs caractères essentiels; elles sont seulement plus volumineuses. Nous en donnerons une description détaillée à propos de l'œil.

§ 70. **Structure des glandes sébacées.** — Chaque glande sébacée se compose : 1° d'une enveloppe extérieure fort mince, formée de tissu conjonctif, et dont le point de départ est dans un follicule pileux, ou, pour les glandes indépendantes, dans le derme; 2° d'un amas de cellules placées intérieurement, et qui varient suivant les régions. En suivant le trajet d'une glande à partir de son conduit excréteur, on voit que ce dernier reçoit, du follicule pileux adjacent, non-seulement une enveloppe de tissu conjonctif, mais encore une partie de la gaîne externe de la racine du poil, composée d'une ou plusieurs (2 à 6) couches de cellules à noyau arrondies ou polygonales, qui tapissent l'intérieur du conduit. Ces cellules, devenues de plus en plus minces, se prolongent dans les parties plus éloignées de la

glande, et pénètrent enfin dans les vésicules glandulaires proprement dites (fig. 101, A), où elles forment une couche simple, rarement double, et diffèrent des cellules épithéliales situées plus haut par un nombre plus ou moins considérable de granulations graisseuses. Plus vers l'axe, se trouvent d'autres cellules qui renferment plus de graisse (fig. 101, B, *a*).

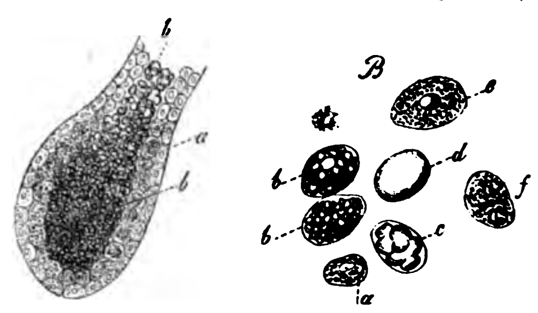


FIG. 101.

Enfin, au centre des vésicules glandulaires, existent des cellules dont le volume (36 à 65 μ de diamètre) est toujours plus considérable que celui des cellules externes et moyennes, qui sont arrondies ou oblongues, et si bien remplies d'une graisse pâle, qu'on pourrait les appeler à juste titre *cellules sébacées* (fig. 101, B). Cette graisse se montre sous la forme de gouttelettes distinctes (*bb*), comme dans les cellules extérieures, plus souvent en grosses gouttes (*c*), dont il suffit d'un petit nombre, ou même d'une seule quelquefois, pour remplir toute la cellule (*d*); celle-ci ressemble beaucoup, dans ce cas, à une cellule adipeuse du pannicule graisseux. Si l'on poursuit jusque dans les conduits excréteurs ces cellules internes, dans lesquelles on retrouve rarement un noyau, il devient extrêmement facile de se convaincre qu'elles se continuent sans aucune interruption dans ces conduits tapissés par un épithélium, qu'elles pénètrent ensuite dans le follicule pileux, où elles occupent l'espace qui existe entre le poil et l'épiderme, pour être enfin expulsées au dehors. Ce sont ces cellules, et rien autre chose, qui forment la *matière sébacée*, substance jaune ou blanc jaunâtre, demi-fluide à l'état frais et à la température du corps, mais qui, sur le cadavre, peut avoir la consistance du beurre ou du fromage mou. Dans la matière sébacée fraîche, les cellules sont accolées plus ou moins intimement les unes aux autres, ce qui leur donne une forme aplatie ou irrégulière; leurs membranes ne sont plus reconnais-

FIG. 101. — A. Utricule glandulaire d'une glande sébacée ordinaire, grossie 250 fois. — *a*, épithélium, nettement limité, mais ne reposant pas sur une membrane propre; il se continue sans interruption avec les cellules remplies de graisse *b* (les contours de celles-ci sont ici mal dessinés).

B. Cellules sébacées des utricules glandulaires et de la matière sébacée, grossies 350 fois. — *a*, petite cellule à noyau, renfermant encore peu de graisse, et se rapprochant des cellules épithéliales; *b*, cellules riches en graisse, sans noyau apparent; *c*, cellule dont la graisse commence à devenir confluente; *d*, cellule avec une seule goutte de graisse; *e*, *f*, cellules dont la graisse s'est échappée en partie.

sables, et leur contenu est homogène, translucide et d'une teine jaunâtre. Mais ajoutez-y un alcali étendu d'eau, et vous verrez ces cellules se gonfler au bout d'un certain temps, et se changer en belles vésicules arrondies ou ovalaires, dans lesquelles la graisse s'est séparée en petites gouttelettes de différents volumes ou en petites masses irrégulières, sous l'influence du réactif qui a pénétré dans la cellule. Pendant qu'a lieu cette division de la graisse en petites particules, qui donne à la matière sébacée une couleur blanche, on voit se former de nombreuses gouttes de graisse, dues probablement à la dissolution d'un grand nombre de membranes de cellule. En outre, la matière sébacée contient plus ou moins de *graisse libre*, peut-être aussi, dans certains cas, une quantité très-minime d'un liquide limpide.

Je n'ai point observé de *nerfs* dans les glandes sébacées; je n'ai pas vu non plus de *vaisseaux* se distribuant sur les lobules de ces glandes ou dans leurs intervalles. Mais autour des glandes volumineuses existent de petits vaisseaux et un grand nombre de capillaires : c'est ce qu'on peut voir très-facilement au pénis et au scrotum, ou bien à l'oreille. Je rappellerai de nouveau les petits muscles lisses qui existent au voisinage des glandes sébacées, et dont la contraction ne doit pas être sans influence sur l'excrétion des produits sécrétés.



Fig. 102.

Les glandes sébacées commencent à se montrer du quatrième au cinquième mois de la vie fœtale, sous la forme d'excroissances de la gaîne externe de la racine des follicules pileux. Ces excroissances, d'abord de forme verruqueuse, deviennent ensuite piriformes ou en bouteille; puis, les cellules les plus internes subissant une dégénérescence graisseuse physiologique, une cavité apparaît dans ce rudiment de glande. Cette graisse, qui constitue le premier produit de sécrétion, est évacuée dans le follicule pileux, dont le poil, pendant ce temps, a perforé l'épiderme.

Le développement ultérieur des glandes sébacées est facile à comprendre; par suite d'une hypertrophie de la couche cellulaire externe des utricules glandulaires primitifs, il se développe à la surface de ces derniers des espèces de bourgeons, d'abord solides, mais qui subissent peu à peu des modifications analogues à celles que nous avons décrites pour les premiers rudiments de la glande, et se transforment de cette manière en vésicules glandulaires; celles-ci, à leur tour, donnent naissance, par

Fig. 102. — Pour servir à l'étude du développement des glandes sébacées Fœtus de six mois. (Grossissement d'environ 250 diamètres.) — *a*, poil; *b*, gaîne interne de la racine, ressemblant ici davantage à la couche cornée de l'épiderme; *c*, gaîne externe de la racine; *d*, rudiment de glande sébacée.

le même mécanisme, à des vésicules secondaires, et c'est ainsi que se forment des grappes, simples d'abord, ensuite de plus en plus composées. Les glandes sébacées suivent donc, dans leur développement, les mêmes lois que les follicules pileux, c'est-à-dire que le point de départ de leur formation est également dans la couche muqueuse de l'épiderme, et que dans l'origine, elles sont constituées par des amas compactes de cellules, dans lesquels apparait une opposition entre la paroi et le contenu, par suite de différences dans le mode de nutrition des éléments. Là où les glandes sébacées ont une existence indépendante, comme, par exemple, au gland, elles se développent directement aux dépens de l'épiderme et d'après le même type.

Pour étudier les glandes sébacées, on les disséquera par la face profonde de la peau, et on les enlèvera en conservant les rapports qui les unissent aux follicules pileux; ou bien on pratiquera sur la peau des sections perpendiculaires à sa surface et d'une certaine épaisseur. On commencera cette étude sur les glandes du scrotum, du pénis ou des petites lèvres, qu'on peut isoler sans peine, et l'on se servira avec beaucoup d'avantage de l'acide acétique, qui donne de la transparence à toutes les parties environnantes. S'il ne s'agit que de déterminer quelles sont les différences de forme, de siége et de volume que présentent les glandes des diverses régions, on pourra faire usage des alcalis, notamment de la soude, qui attaque très-peu les glandes, à cause de leur richesse en graisse, tandis qu'elle rend transparentes toutes les parties qui pourraient les cacher. Veut-on étudier les cellules glandulaires, et non la forme ou la structure de l'enveloppe, la voie la plus commode sera de faire macérer la peau; au bout d'un certain temps, en arrachant les poils, on enlève à la fois les gaînes de la racine, les masses celluleuses des glandes sébacées, leur épithélium et leur contenu, ce qui facilite d'une manière étonnante l'examen de toutes ces parties. Si l'épiderme est peu épais (scrotum, grandes lèvres, gland du pénis), on arrivera très-rapidement au même résultat en faisant tomber goutte à goutte, sur la préparation, de l'acide acétique concentré, ou bien en employant la soude; mais celle-ci altère beaucoup plus les cellules glandulaires. Ceux qui voudront étudier le développement des glandes sébacées trouveront dans la macération et dans l'acide acétique de puissants auxiliaires. Les cellules de l'intérieur de la glande, qui renferment de la graisse, s'isolent avec la plus grande facilité lorsqu'on déchire une glande volumineuse; quant au produit de sécrétion, il devra être examiné pur, additionné d'eau et traité par la soude.

Bibliographie. — Voyez les mémoires de Gurlt (p. 499), Krause (p. 116), G. Simon (p. 9), et Valentin (p. 759), cités à propos de la peau; le *Mémoire* d'Eschricht, dont nous avons dit un mot à l'occasion des poils; — les *Traités généraux* de Henle (p. 809), Todd-Bowman (p. 424, fig. 92), de Hassal (pl. I, IV, p. 401), de Bruns (p. 439), de Gerber (p. 75, fig. 40, 42, 43, 44, 45, 239), d'Arnold (II[e] partie et le mien; — les dessins d'Ecker (*Icon phys.*, tab. XVII), d'Arnold (*Icon. anat.*, fasc. 2, tab. XI, fig. 10), et de Berres (t. XXIV). — Voyez aussi G. Simon, dans *Müll. Arch.*, 1844, p. 1. — Escolani, *Gland. cutaneæ degli enim domestici*. Torino, 1854. — L. Porta, *Dei tumori follicular i sebacei*. Milano, 1856. — Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XI (glandes sébacées des lèvres).

CHAPITRE II

DU SYSTÈME MUSCULAIRE.

§ 71. **Délimitation du système musculaire.** — A ce système appartiennent *tous les muscles* striés en travers, et qui ont pour fonction de produire, conjointement avec leurs organes accessoires, tendons et aponévroses, les mouvements du squelette, des organes des sens et de la peau. Situés entre la peau et les os ou dans les intervalles de ces derniers, les muscles sont très-rapprochés les uns des autres et unis entre eux par des enveloppes communes, si bien qu'ils peuvent être considérés comme formant un tout en quelque sorte continu.

§ 72. **Structure des fibres musculaires.** — L'élément des muscles striés, la *fibre musculaire* ou le *faisceau musculaire primitif*, se compose, comme il a été dit § 30 : 1° d'une *enveloppe*, le *sarcolemme;* 2° de *fibrilles contractiles;* et 3° d'une *substance interstitielle*, renfermant des *granulations interstitielles* et des *noyaux de cellule*.

Considérées dans leur ensemble, les fibres musculaires, à l'état frais, sont

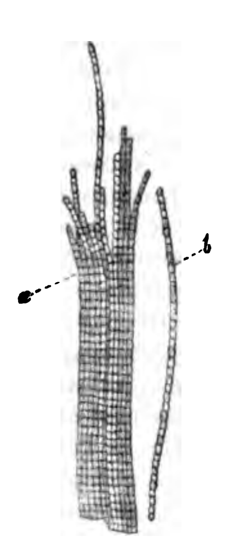




Fig. 103.

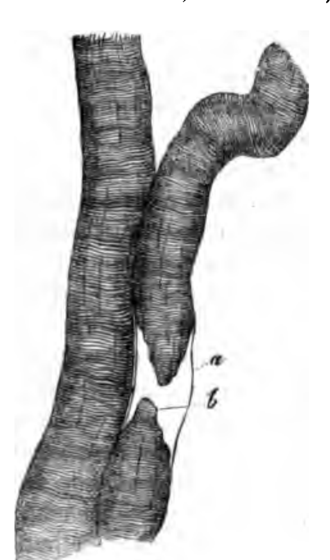


Fig. 104.

Fig. 103. — Fibrilles élémentaires d'un faisceau primitif du *Siredon pisciformis*. — *a*, petit faisceau de fibrilles; *b*, fibrille isolée. — Grossissement de 600 diamètres.

Fig. 104. — Deux fibres musculaires de l'homme, grossies 350 fois. Dans l'une, le faisceau de fibrilles *b* est rompu, et le sarcolemme (*a*) se voit sous la forme d'un tube vide.

de longs filaments très-minces, cylindriques, de couleur jaunâtre ou jaune rougeâtre, translucides, très-mous et très-flexibles, et qui se font remarquer par des stries spéciales, ce qui les rend très-faciles à distinguer des autres éléments. En général, ces stries sont très-marquées dans le sens transversal, et il y a, en outre, des stries longitudinales moins distinctes. Mais il existe, sous ce rapport, de si nombreuses variétés, qu'il est impossible de les mentionner toutes. A l'une des extrémités de la série se voient des fibres musculaires *qui n'ont que des stries transversales*, et sur ces fibres on voit, à des intervalles très-réguliers, des lignes foncées dirigées en travers, d'une largeur variable, mais toujours très-faible, et séparées entre elles par des zones claires généralement plus étroites. Lorsque la fibre musculaire est à l'état de repos et dans les conditions tout à fait normales, toutes ces lignes sont parallèles les unes aux autres; dans le cas contraire, elles décrivent des inflexions et des zigzags extrêmement variés. L'autre forme extrême est composée de fibres musculaires qui ne possèdent que des stries longitudinales; elle se trouve plus rarement, et présente tantôt des lignes longitudinales très-régulières et très-fines, comme si la fibre musculaire était composée de fibrilles extrêmement nombreuses, tantôt des lignes un peu plus écartées les unes des autres, divisant la fibre en segments de 3,3 à 4,5 μ de largeur; quelquefois les deux variétés se trouvent réunies. Ce qu'on rencontre le plus communément, ce sont des faisceaux striés à la fois dans le sens de la largeur et dans celui de la longueur, les stries de l'une et de l'autre espèce étant plus ou moins nettes et distinctes.



Fig. 105.

Parmi les parties constituantes des fibres musculaires, il importe d'étudier d'abord d'une manière générale les *fibrilles* et la *substance interstitielle*. Une fibre musculaire se compose principalement d'un faisceau de filaments très-ténus qui, étant les seuls éléments contractiles, constituent par conséquent la partie la plus importante au point de vue physiologique. Ces fibrilles, cependant, ne forment pas un faisceau continu, unique dans toute la fibre musculaire; une masse assez considérable de substance interstitielle les divise en faisceaux secondaires, que j'appellerai *colonnes musculaires*. Suivant la quantité de substance interstitielle et l'abondance des granulations qu'elles renferment, ces colonnes paraissent plus ou moins grosses et plus ou moins nettement délimitées. En général, cependant, elles représentent des faisceaux prismatiques à angles émoussés, qui, chez les mammifères, ont 1,3 à 2,5 μ, chez la grenouille, 2 à 5 μ de largeur. Sur une section transversale des fibres musculaires fraîches, traitées par le

Fig. 105. — Coupe transversale d'une fibre musculaire du lapin, pratiquée sur un muscle congelé et traitée par une solution de sel de cuisine à 1/2 p. 100, pour montrer les champs de Cohnheim. — Grossissement de 400 diamètres.

sel de cuisine à 1/2 pour 100, elles produisent une sorte de mosaïque plus ou moins nette, que Cohnheim a, le premier, décrite d'une manière exacte, et qu'on peut reconnaître également sur des coupes longitudinales, particulièrement sur des fibres musculaires striées en long. On se tromperait, cependant, si l'on considérait ces faisceaux comme s'étendant régulièrement et parallèlement les uns aux autres dans toute la longueur de la fibre musculaire; car ils sont fréquemment unis et se confondent entre eux, comme on le voit très-bien sur des coupes transversales. Il s'ensuit que la substance interstitielle ne forme pas non plus des gaînes longitudinales régulières; elle représente plutôt des lames et des cordons, qui, à la vérité, sont unis diversement entre eux, mais ne constituent jamais des gaînes closes. On se fera une idée exacte de cette disposition en se figurant la position et le trajet des fibrilles dans la substance interstitielle comme ceux des tubes nerveux et du névrilème dans un plexus longitudinal très-serré.

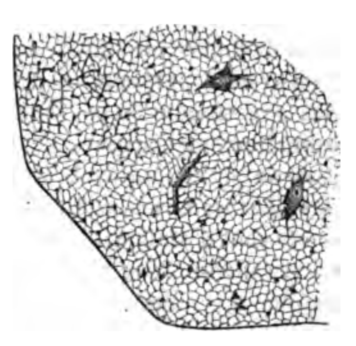


Fig. 106.

Les champs de Cohnheim et les colonnes musculaires, d'ailleurs, ne sont pas homogènes, comme l'admet Cohnheim; ils se composent, ainsi qu'il ressort de ce qui précède, d'un certain nombre de fibrilles séparées par une quantité extrêmement minime de substance unissante, laquelle ne peut être reconnue qu'à un très-fort grossissement, et ne contient point de granulations interstitielles. Cette substance unissante *accompagne et enveloppe les fibrilles dans toute leur longueur*, et se continue avec la substance interstitielle des colonnes musculaires, à laquelle elle est évidemment identique. On pourrait, par conséquent, décrire la disposition de la substance interstitielle et des fibrilles en disant : le contenu d'une fibre musculaire consiste en un faisceau de fibrilles unies entre elles par une substance interstitielle homogène, accumulée en quantités plus considérables en certains points où elle renferme aussi des granulations. Suivant que ces accumulations et ces granulations sont plus ou moins nombreuses, les colonnes musculaires se montrent plus ou moins volumineuses, plus ou moins distinctes.

Les *fibrilles musculaires*, *fila s. fibrillæ musculares*, constituent, comme il a été dit, la portion la plus importante des fibres musculaires, et doivent être considérées comme des parties normales, préformées, bien qu'il ne soit pas possible de les mettre en évidence sur toute fibre musculaire

Fig. 106. — Portion de la section transversale d'une fibre musculaire de grenouille, traitée par l'acide nitrique. (Grossissement de 370 diamètres.) — On y voit trois noyaux, les surfaces terminales polygonales des colonnettes musculaires, ou champs de Cohnheim, et çà et là des granulations graisseuses dans la substance interstitielle.

fraîche. On les reconnaît très-facilement sur des muscles pris de roideur cadavérique ou sur des fibres musculaires traitées par l'alcool et l'acide chromique, et sur les fibres musculaires fraîches du cœur des mammifères et des muscles du tronc de beaucoup de poissons, particulièrement du sucet. A l'état d'isolement, elles sont rarement lisses; en général, elles sont striées en travers d'une manière très-élégante, et comme les stries de toutes les fibrilles se trouvent normalement à la même hauteur, il en résulte précisément cet aspect strié de toute la fibre. Une étude plus approfondie de ces fibrilles montre que ces stries transversales sont ordinairement disposées de telle façon que chaque fibrille semble composée de petits fragments alternativement *clairs* et *foncés*, disposés régulièrement les uns à la suite des autres. Chez les vertébrés, les fragments foncés sont d'ordinaire plus gros (plus longs), et figurent des cubes ou des parallélipipèdes rectangles dirigés dans le sens de la longueur, tandis que les fragments clairs représentent des bandes étroites ou des parallélipipèdes très-minces. Dans certaines circonstances (en se ramollissant dans l'eau, ou sous l'influence du suc gastrique, par l'effet prolongé de l'alcool, par la pression, etc.), les fibrilles se divisent de telle sorte qu'elles se rompent toujours entre deux stries ou segments foncés, et se décomposent en petites particules polyédriques, auxquelles Bowman a donné le nom de *particules musculaires primitives* (*primitive particles, sarcous elements*), et qu'il considère comme les véritables éléments des fibres musculaires. D'après Bowman, ces particules sont unies entre elles soit dans le sens de la longueur, soit dans le sens de l'épaisseur des fibres musculaires. Si les adhérences transversales se détruisent, la fibre se divise en fibrilles; dans le cas contraire, elle se décompose en *disques* (*discs*), mode de division qui, d'après Bowman, est aussi naturel que l'autre, bien que moins fréquent, de sorte que, d'après lui, les fibres musculaires peuvent être considérées comme des colonnes de disques minces, aussi bien que comme des faisceaux de fibrilles. Quand une fibre musculaire se divise complétement dans le sens des stries transversales et des stries longitudinales, il en résulte les particules musculaires dont il vient d'être question.

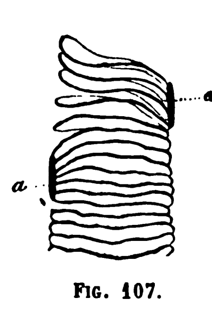


Fig. 107.

En opposition avec cette manière de voir, qui, sauf de légères nuances, est admise par la plupart des modernes, je me vois forcé de déclarer, comme je l'ai fait depuis longtemps, que les *disques*, aussi bien que les *sarcous elements*, sont des produits artificiels. Pour ce qui est des disques, leur apparition ne pourrait être d'une certaine importance que si elle était aussi fréquente que celles des fibrilles, et si elle avait lieu également çà et

Fig. 107. — Fragment d'une fibre musculaire du lapin, sortie de son sarcolemme, et que la macération dans l'acide chlorhydrique à 1 pour 1000 a décomposé en disques. — *a*, noyau. — Grossissement de 350 diamètres.

là sur des muscles frais; or, c'est ce qui n'a pas lieu. Sur des muscles non encore altérés, on ne trouve jamais rien de semblable, et même sur des faisceaux qui ont macéré, la séparation en disques est un fait excessivement rare, tandis qu'il n'est guère de muscle sur lequel on ne réussisse à voir et à isoler les fibrilles. Il est vrai qu'on peut obtenir des disques très-facilement et en quantité, en faisant macérer les fibres musculaires pendant quelque temps dans l'acide chlorhydrique au 500e ou au 1000e (Lehmann, Funke, Harting, etc.), ou dans l'acide acétique concentré, ou, pendant quelques jours, dans l'acide acétique très-dilué (5 gouttes pour 100 centimètres cubes d'eau). Mais tous ces moyens altèrent tellement la substance musculaire, qu'il est impossible de déduire de leur action aucune conséquence relativement à la constitution naturelle des muscles, et de comparer les particules que l'on obtient aux fibrilles, si faciles à mettre en évidence. Une autre circonstance en opposition avec l'hypothèse de Bowman, c'est l'existence d'une substance interstitielle parsemée de noyaux dans les fibres musculaires; elle prouve évidemment qu'il ne saurait être question d'une continuité des *sarcous elements* dans le sens transversal, à travers tout le faisceau primitif, ni d'une analogie entre la division en fibrilles et la division en disques.

De même que les disques, les particules charnues de Bowman me paraissent être des produits artificiels. A mon avis, les fibrilles sont constituées primitivement, dans toute leur longueur, par une seule et même substance, dans laquelle, cependant, par suite des contractions, il se forme des régions plus denses (les régions foncées), et des régions moins denses, de la même façon qu'on voit un faisceau de tissu conjonctif se raccourcir et se strier en travers. C'est ainsi que les diverses portions des fibrilles acquièrent peu à peu une certaine diversité, sinon chimique ou physiologique, du moins physique, et de là, c'est-à-dire de la moindre densité des segments clairs, il résulte que les fibrilles et les fibres se rompent à ce niveau et sont plus fortement attaquées par les réactifs qui dissolvent la substance musculaire, que dans les autres points. A l'appui de cette interprétation de la segmentation des fibrilles, je ferai remarquer les faits suivants :

1° Chez beaucoup d'animaux dont les fibres musculaires sont striées en travers, on rencontre, dans certaines conditions, des fibres et des fibrilles qui ne présentent ni stries transversales, ni particules alternativement opaques et transparentes.

2° Les stries foncées sont très-variables quant à *leurs dimensions* (longueur et largeur) chez le même animal, sur les muscles vivants comme sur les muscles morts; c'est ce qui se voit très-bien sur les muscles des insectes et des crustacés, et aussi sur ceux des vertébrés.

3° Sur une seule et même fibrille, le nombre et le volume des régions foncées est très-variable. Ainsi, par exemple, sur une grenouille, une fibrille présente, dans une portion, des régions foncées quadrangulaires ou rectangulaires, avec des espaces intermédiaires étroits. Dans une autre portion,

tous les *sarcous elements* sont divisés par une ligne transversale et paraissent doubles. Ou bien les particules claires sont aussi grosses que les particules foncées; quelquefois même, dans les régions claires, se voit de nouveau une ligne foncée.

4° Les particules charnues que l'on peut isoler, répondent, chez certains animaux, aux régions foncées, chez d'autres, aux régions claires des fibrilles; j'ai parfaitement observé cette dernière circonstance sur l'écrevisse.

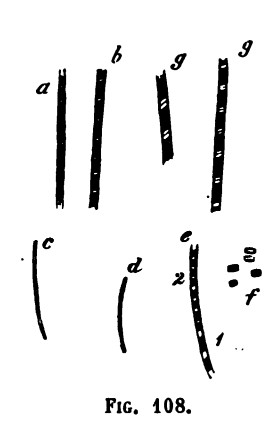


Fig. 108.

5° Il n'existe point de différence chimique essentielle entre les portions claires et les portions foncées des fibrilles, et tous les réactifs qui détruisent les parties claires, dissolvent aussi, un peu plus tard, les parties foncées, ce qui, à mon avis, s'explique suffisamment par l'hypothèse d'une différence dans la densité des deux régions.

Les découvertes importantes de Brücke, d'après lesquelles les particules foncées des fibres musculaires jouissent seules de la double réfraction, ne contredisent pas, il me semble, ma manière d'envisager la structure des fibrilles, attendu que j'admets également, dans ces dernières, des régions de densité différente. D'après Brücke, chaque particule foncée d'une fibrille représente tout un groupe de petits corpuscules doublement réfringents, qu'il appelle *disdiaclastes*. Dans mon opinion, les segments clairs renfermeraient aussi de semblables disdiaclastes, mais disposés de telle façon qu'ils ne se montrent pas sous forme de groupes, ainsi que Brücke l'admet pour les fibres musculaires lisses.

Il est à remarquer, en outre, que les fibrilles se voient aussi sur les sections transversales des fibres musculaires, mais seulement, il est vrai, dans des conditions spéciales, et tout ce que l'on a décrit et figuré jusqu'ici comme telles, se rapporte, soit aux champs de Cohnheim, soit aux noyaux interstitiels. Dans une nouvelle série de recherches, il m'a été impossible de voir nettement des fibrilles sur des sections transversales de fibres musculaires fraîches; mais il en était tout autrement des muscles conservés dans l'alcool ou dans l'acide chromique. Sur ces derniers notamment, les fibrilles se montraient bien distinctement, sous la forme

Fig. 108. — Filaments que l'on obtient par la dissociation naturelle des fibres musculaires de l'écrevisse, et dont les plus fins seulement sont de véritables fibrilles. — *a*, filament marqué de stries transversales foncées et étroites, telles qu'on les trouve normalement sur les faisceaux ; *b*, filament semblable devenu clair au niveau des stries ; *c*, *d*, fibrilles véritables, en voie de se diviser en particules plus ou moins grosses, qui correspondent, non aux régions foncées antérieures, mais bien aux régions claires ; *e*, filament analogue, présentant en 1 des segments considérables, en 2 des segments plus petits, et qui répondent tous aux parties claires ; *f*, particules qui résultent en dernier lieu de la division de ces fibrilles ; *g*, *g*, filaments dans lesquels les segments foncés, devenus clairs, présentent à leur partie moyenne une ligne foncée.

de petits cercles tantôt parfaitement circonscrits, tantôt accolés à d'autres pour former les champs de Cohnheim, et mesurant 1 à 1,5 μ de largeur.

La *substance interstitielle des fibrilles* me paraît être la partie liquide des fibres musculaires démontrée par Kühne. Elle est coagulée par l'alcool et l'acide chromique, se dissout dans l'eau, dans les acides affaiblis et les alcalis caustiques; d'où il résulte que, dans ces liquides, les espaces en forme de fente qui renferment cette substance interstitielle, apparaissent entre les fibrilles comme un système de canalicules déliés, que certains auteurs ont à tort considéré comme une partie constituante normale des fibres musculaires. Dans cette substance interstitielle sont déposés çà et là les corpuscules que j'ai appelés *grains interstitiels*, parties que Henle et moi avons signalées depuis longtemps, et dont j'ai démontré la grande fréquence et l'existence constante chez un grand nombre d'animaux. Ces grains se rencontrent dans toutes les classes de vertébrés et aussi chez l'homme, souvent en nombre prodigieux, comme,

A. B





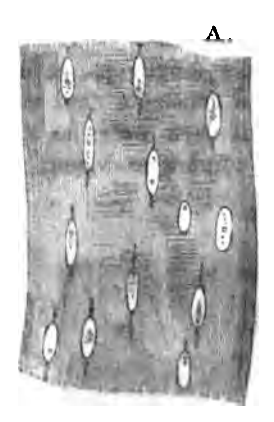
Fig. 109.

par exemple, dans le cœur des amphibies, dans les muscles thoraciques des insectes et dans les muscles de l'écrevisse. Ils me semblent être d'autant plus dignes d'attention que ce sont eux probablement qui se transforment en ces granulations graisseuses des fibres musculaires, connues depuis fort longtemps, granulations qui ne manquent pour ainsi dire jamais chez l'homme, et qui sont également caractéristiques chez certains animaux (grenouilles d'hiver, certains muscles des poissons). Chez la grenouille, ces granulations sont assez réfractaires aux alcalis caustiques et à l'acide acétique, et se présentent, à l'état frais ou après addition d'un alcali, sous la forme de corpuscules arrondis, pâles, à peu près du volume des *sarcous elements*, tandis que, sous l'influence de l'acide acétique, par suite de la compression exercée par les fibrilles qui se gonflent,

Fig. 109. — A, fibre musculaire de la grenouille, humectée avec l'humeur vitrée, pour montrer les granulations interstitielles. — B, fibre semblable desséchée, puis ramollie dans l'eau et traitée par l'acide acétique concentré. Noyaux ratatinés, dentelés. Séries de grains interstitiels comprimés ressemblant à des fibres élastiques. — Grossissement de 350 diamètres.

ils apparaissent sous la forme de stries fines foncées, analogues à des fibres élastiques. Chez quelques insectes (*Musca*), ce sont manifestement des *vésicules*, qui se gonflent admirablement dans l'eau.

Les fibres musculaires sont entourées étroitement d'une membrane délicate et lisse, appelée *sarcolemme* ou *myolemme*, qu'il ne faut pas confondre avec les gaînes conjonctives internes des muscles, et qui, chez les vertébrés, a certainement la signification d'une membrane de cellule. Le sarcolemme est surtout développé chez les amphibies nus, où il atteint jusqu'à 1,1 μ d'épaisseur, et présente une surface finement ponctuée; il est



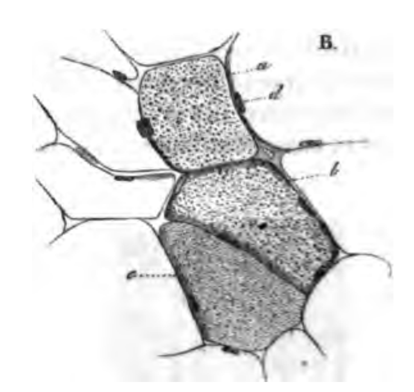


Fig. 110.

très-mince, mais peut néanmoins se démontrer facilement chez les mammifères.

A la face interne du sarcolemme se trouvent constamment un grand nombre de *noyaux*, faciles à mettre en évidence, notamment au moyen de l'acide acétique ou d'une solution concentrée d'un alcali caustique, mais qu'il n'est pas difficile de montrer également sur des fibres non altérées. Lenticulaires ou fusiformes, avec un ou deux nucléoles, et d'une longueur de 6 à 11 μ ou plus, ces noyaux sont distribués irrégulièrement; tantôt il en existe deux ou plusieurs au même niveau, et tantôt on les trouve alternativement sur l'un et sur l'autre côté, ou rangés en séries à la surface du faisceau de fibrilles, et assez souvent les régions où on les rencontre, se font remarquer par ces accumulations de granulations graisseuses interstitielles dont il a été question précédemment. Pour ce qui est des animaux, souvent (amphibies, poissons) les noyaux sont disséminés dans les fibres musculaires tout entières; chez d'autres (certains oiseaux, mammifères), ils sont appliqués, comme chez l'homme, contre la face interne du sarcolemme. Chez la

Fig. 110. — A, faisceau musculaire de la grenouille, traité par l'acide acétique, pour montrer les noyaux. — B, section de quelques fibres musculaires de l'homme : en *a* et *b*, le pointillé répond aux granulations graisseuses interstitielles; en *c*, on ne voit que des points très-fins, qui dérivent des champs de Cohnheim; *d*, noyaux des fibres immédiatement appliqués contre le sarcolemme. — Grossissement de 350 diamètres.

pigeon et chez la poule, d'après Rollett, on rencontre l'une et l'autre disposition. Chez les amphibies (moi, Weismann), il n'y a parfois de noyaux que dans l'intérieur des faisceaux, et ils sont rangés en séries simples ou multiples, souvent très-longues.

Les fibres musculaires ont la forme de polyèdres à angles arrondis. Leur largeur varie entre 11 et 67 μ ou plus; elle est toujours plus considérable au tronc et aux membres (33 à 67 μ) qu'à la tête; les muscles de la face surtout se distinguent par la délicatesse de leurs fibres (11 à 34 μ); il est à remarquer, cependant, qu'on trouve souvent, dans le même muscle, de grandes différences sous ce rapport. D'après tous les faits observés jusqu'ici, il n'existe aucune différence absolue, quant au volume des fibres musculaires, entre l'homme et la femme, entre les individus robustes et les sujets débilités; il se pourrait, cependant, que ce qui est une exception dans un cas fût la règle dans l'autre. La largeur des fibrilles primitives, d'après Harting, est de 1 à 1,7 μ. Le nombre des fibrilles contenues dans chaque faisceau doit être de près de 2000 pour les faisceaux volumineux; mais il n'est pas encore connu exactement. La distance qui sépare les stries transversales entre elles varie généralement entre 0,9 et 2,2 μ (d'après Harting, entre 2 et 3,5 μ).

Dans ces derniers temps, Cohnheim a fait faire un progrès réel à nos connaissances sur la structure des fibres musculaires, en attirant l'attention sur l'aspect spécial, semblable à celui d'une mosaïque, que présente la section transversale des muscles frais ou congelés. Cet aspect, que j'avais autrefois constaté sur des muscles de grenouille, et que j'avais à tort rapporté à des fibrilles, n'a cependant pas été interprété d'une manière tout à fait exacte, à divers points de vue, par Cohnheim; voyez à cet égard mon Mémoire dans *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. X. Je me contenterai ici de faire remarquer ce qui suit. L'aspect d'une mosaïque que présente la coupe des fibres musculaires, ne se rencontre point, ou se trouve à peine indiqué, chez les mammifères et les amphibies, sur des muscles frais, avant toute addition de réactifs, et Cohnheim se trompe quand il considère cet aspect comme un caractère des fibres musculaires exemptes d'altérations. Ce n'est que lorsqu'on a, comme Cohnheim, traité les muscles par du sérum sanguin dilué, ou par du sel de cuisine à 35 pour 100, ou, ainsi que je l'ai vu, par l'eau ou par des solutions étendues d'un sel neutre convenable, que cet aspect se manifeste, et cela, à mon avis, parce que les substances en question pénètrent dans la substance interstitielle liquide des fibres musculaires et l'extraient en partie, dans tous les cas rendent plus lâche l'union des éléments de la fibre musculaire. Ainsi, l'apparition de la mosaïque de Cohnheim indique bien une certaine coordination déterminée des éléments des fibres musculaires; mais cet aspect ne doit pas être considéré comme existant ou se montrant nettement sur les fibres musculaires fraîches.

La mosaïque de Cohnheim se compose d'espaces polygonaux et de liserés plus étroits de substance interstitielle. Cohnheim interprète les premiers comme les *sarcous elements* de Bowman, et admet qu'ils représentent de courts prismes entourés de toutes parts, aussi bien dans le sens de la longueur que dans le sens transversal, d'une substance interstitielle liquide; que, par conséquent, les fibres musculaires sont dénuées de toute structure fibrillaire ou fibreuse. Cette manière de voir ne paraît pas justifiée; car les mêmes fibres musculaires dont la section transversale est en mosaïque, présentent, vues dans le sens de la longueur, une structure très-nettement fibreuse, c'est-à-dire que chaque fibre musculaire se compose d'un certain nombre

de fascicules, dont les surfaces terminales forment les champs polygonaux de Cohnheim, et de semblables fascicules, ou ce que j'ai appelé les colonnettes musculaires, peuvent se voir également avec facilité sur un muscle parfaitement frais. D'une manière générale, rien, absolument rien, n'indique un état liquide des stries transversales claires des fibres musculaires (des moyens d'union des *sarcous elements* dans le sens de la longueur), et c'est à tort que Cohnheim a interprété dans ce sens l'aspect de certaines coupes transversales de muscles fibres, c'est-à-dire celui des sections de fibres qui ne forment point des disques complets, mais seulement des anneaux; attendu que ces anneaux, qui, à la vérité, se montrent souvent, sont une simple apparence et proviennent de disques dont la partie centrale s'est plus rétractée que les bords. S'il y avait véritablement des disques dont la portion centrale fût tombée, ils démontreraient seulement l'état liquide des moyens d'union latéraux, non celui de la substance unissante longitudinale.


FIG. 111.

Les champs de Cohnheim et les colonnettes qui en dépendent, se voient parfaitement sur les insectes et sur l'écrevisse (fig. 111), et cette dernière convient parfaitement pour donner une bonne idée de l'état de ces parties. Les muscles de ces animaux permettent surtout de reconnaître d'une manière précise que les champs de Cohnheim ne correspondent point aux fibrilles, comme on est porté à le croire sur les mammifères, où ces champs sont beaucoup plus petits et où il est difficile de prouver qu'ils se composent de plusieurs fibrilles.

§ 73. **Forme et longueur des fibres musculaires.** — On admettait encore, il y a peu de temps, que les fibres musculaires sont aussi longues que les gros faisceaux des muscles, et conséquemment, dans les muscles non penniformes, que le muscle tout entier. On sait aujourd'hui, depuis la découverte de Rollett, d'après laquelle de nombreuses extrémités en pointe se rencontrent dans l'intérieur des muscles, qu'il n'en est pas toujours ainsi. E. H. Weber et Herzig ont donné plus d'extension à cette découverte en montrant qu'il existe également des fibres musculaires terminées en pointe à leurs deux extrémités, forme que Weber considère même comme la forme normale. D'après les recherches de Herzig et Biesiadecki, auxquelles je puis ajouter une série de recherches personnelles, les fibres musculaires présentent la disposition générale suivante : dans les petits muscles (muscles latéraux des poissons, muscles des membres de la chauve-souris, muscles de la grenouille), toutes les fibres musculaires, d'après mes observations, ont une longueur égale à celle du muscle entier et se terminent généralement à leurs deux extrémités en s'arrondissant; dans les muscles plus gros, au contraire, la longueur des fibres est inférieure à celle de l'organe tout entier, et ne comporte pas plus de 3 à

FIG. 111. — Portion de section transversale d'un muscle de l'écrevisse (grossissement de 400 diamètres). — On y voit trois noyaux, les champs de Cohnheim et la substance interstitielle. — Pièce prise sur un muscle de la queue congelé, et traité par le sel de cuisine à 1/2 p. 100.

4 centimètres (Herzig, Krause, moi). Ce chiffre de 3 à 4 centimètres est-il général, c'est-à-dire tous les muscles qui sont au-dessous de cette longueur se composent-ils de fibres égales en longueur à celle du muscle, tandis que c'est le contraire pour ceux qui sont plus longs? La réponse à cette question demande de nouvelles recherches. Toujours est-il que, provisoirement, ce chiffre peut servir de point de départ.

Relativement à la *forme* des fibres musculaires, nous devons surtout des renseignements aux recherches de Herzig et Biesiadecki, ainsi qu'aux miennes, à celles de W. Krause, Weismann, Aeby et Kühne. D'après ces observations, on peut établir comme règle que les fibres musculaires, dans l'intérieur des gros muscles, sont fusiformes; qu'au contraire, celles des extrémités présentent un bout en pointe et un autre élargi qui se continue avec le tendon; ce dernier est tantôt arrondi et tantôt se termine par plusieurs pointes mousses. Outre les fibres fusiformes, on rencontre dans l'intérieur des muscles diverses autres formes, le plus ordinairement des fibres mousses à l'une des extrémités ou aux deux. Enfin, sans parler de la langue, dont il sera question plus tard, on trouve dans quelques cas rares des ramifications et des divisions à divers degrés, mais jamais très-prononcées.

L'hypothèse qui, après les découvertes de Rollett et de Herzig, avait semblé devoir prévaloir, et d'après laquelle tous les muscles des animaux supérieurs présenteraient de courtes fibres fusiformes, cette hypothèse n'est nullement fondée, ainsi que je l'ai déjà démontré dans la troisième édition de cet ouvrage. Depuis lors, j'ai examiné à ce point de vue tous les gros muscles de la grenouille, et j'ai constaté que chez cet animal, les fibres, à part certaines phases de développement qu'on rencontre rarement, ont toutes la même longueur que les faisceaux musculaires. Weismann, Aeby, Krause et Kühne sont arrivés à peu près au même résultat.

§ 74. **Union des fibres musculaires entre elles.** — Au tronc et sur les membres, les fibres musculaires s'étendent parallèlement les unes aux

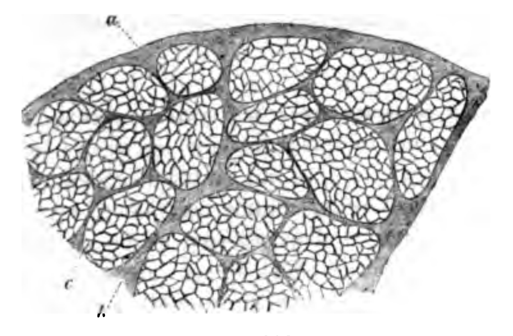


Fig. 112.

autres, et leurs extrémités se trouvent toujours entre d'autres fibres; elles forment ainsi des faisceaux prismatiques, *faisceaux secondaires*, qui ont la

Fig. 112. — Section transversale du sterno-cléido-mastoïdien, grossie 50 fois. — *a*, périmysium externe; *b*, périmysium interne; *c*, faisceaux primitifs et secondaires.

longueur de tout le muscle, et dont chacun reçoit une enveloppe de tissu conjonctif. Ceux-ci, à leur tour, sont réunis, en nombre variable, par une gaîne plus forte pour constituer les *faisceaux tertiaires* dont se composent les muscles. Les faisceaux sont-ils étendus en surface, il en résulte des *muscles membraneux*. Sont-ils au contraire groupés en cylindres, ils forment des *muscles fasciculés*. Ainsi, les muscles résultent de l'agrégation d'un grand nombre de faisceaux secondaires et tertiaires, dont les gaînes ou le *périmysium* forme un système continu, dans lequel on distingue l'enveloppe commune du muscle, ou le *périmysium externe*, *vagina muscularis*, ou la *gaîne musculaire* proprement dite, et les enveloppes spéciales des divers faisceaux et des fibres musculaires, ou le *périmysium interne*. Le diamètre des faisceaux secondaires varie entre 0^{mm},45 et 1^{mm},10. Les faisceaux tertiaires et ceux d'un ordre plus élevé se voient bien surtout sur les muscles à gros faisceaux, tels que le grand fessier, le deltoïde ; mais ces faisceaux sont tellement variables au gré de celui qui les examine, qu'il est impossible de donner des mesures de leur volume.

Les *gaînes musculaires* ou *enveloppes de tissu conjonctif* des muscles (*périmysium*), destinées à la fois à soutenir les vaisseaux et nerfs des muscles, à réunir les fibres musculaires et à favoriser leur action, varient en épaisseur suivant le volume des faisceaux qu'elles renferment ; mais elles sont toujours minces, d'un blanc mat, et formées de *tissu conjonctif* ordinaire et de *fibres élastiques* fines, simples ou anastomosées, ayant tout au plus 3 μ d'épaisseur. Ces dernières se rencontrent surtout dans le *périmysium externe*, qu'on peut considérer à bon droit, pour ce motif, comme une gaîne semi-élastique ; il importe de tenir compte de ce fait dans l'appréciation des fonctions du périmysium. Il existe, en outre, dans le périmysium de tous les muscles, principalement de ceux qui ont une certaine laxité, des cellules adipeuses ordinaires plus ou moins abondantes ; chez les individus obèses, la graisse envahit jusqu'aux portions les plus internes des muscles.

§ 75. **Union des muscles avec les autres parties.** — L'union des muscles avec les organes mobiles, tels que les os, les cartilages, les capsules articulaires, la peau, etc., se fait tantôt directement, tantôt par l'intermédiaire d'éléments fibreux, comme les *tendons*, les *membranes tendineuses*, certaines catégories d'*aponévroses* et de *ligaments* (ligaments interosseux, membrane obturatrice). Il est rare que les deux extrémités d'un muscle ou l'une d'elles s'insère au squelette sans l'intermédiaire d'un tendon. Lorsque des fibres musculaires naissent directement des os (muscles obliques, iliaque, psoas, fessiers, etc.), ou des cartilages (transverse de l'abdomen, diaphragme), ou lorsqu'elles s'y insèrent sans intermédiaire (dentelés, omo-hyoïdien, sterno-hyoïdien, muscles de l'oreille), elles ne vont jamais que jusqu'au périoste ou au périchondre, pour se terminer dans ces membranes par une extrémité mousse. Jamais elles ne

se continuent avec les fibres de ces dernières ; encore moins arrivent-elles au contact immédiat des os. Les muscles qui se rendent à la peau, tantôt s'étendent horizontalement au-dessous de ce tégument, avec lequel ils n'ont aucune connexion directe, et tantôt émettent des faisceaux divergents plus ou moins volumineux qui se répandent dans la peau (muscles de la face), et paraissent, quelquefois du moins, s'insérer directement sur les faisceaux de tissu conjonctif du derme ; mais il n'a pas été possible jusqu'ici de déterminer quel est le véritable mode d'union de ces deux tissus entre eux.

§ 76. **Structure des tendons.** — Les *tendons* (*tendines*) sont des organes d'un blanc brillant, offrant quelquefois une légère teinte jaunâtre, et formés presque exclusivement de tissu conjonctif. Sous le rapport de leur forme, on les distingue en *cordons tendineux* ou *tendons proprement dits*, et en *tendons membraneux* ou *aponévroses* (centre aponévrotique du diaphragme, aponévrose occipito-frontale, tendons des muscles de l'abdomen, grand dorsal, trapèze) ; mais il n'existe aucune limite précise entre ces deux variétés de forme, qui, du reste, présentent une structure complétement identique. Toutes deux consistent en un tissu conjonctif remarquable par le *parallélisme*, *l'union intime de ses faisceaux*, et par le *petit nombre des fibres élastiques* qu'il renferme.

La disposition exacte des diverses parties d'un tendon se voit parfaite-

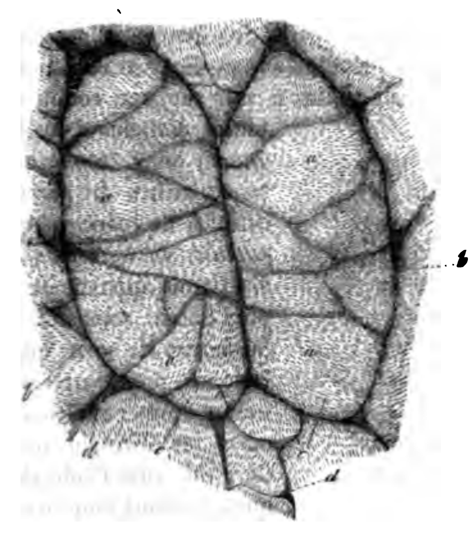


FIG. 113.

ment sur une coupe transversale (fig. 113) ; on y reconnaît très-nettement les faisceaux plus ou moins volumineux, analogues aux faisceaux secon-

FIG. 113. — Section transversale d'un tendon du veau, grossie 20 fois. — *a*, faisceaux secondaires ; *b*, faisceaux tertiaires ; *c*, corpuscules de tissu conjonctif coupés un peu obliquement, et se montrant comme de petites raies noires au milieu des fibres de tissu conjonctif ; *d*, tissu conjonctif interstitiel.

daires et tertiaires des muscles, et présentant à peu près les mêmes dimensions. Le tissu tendineux, en effet, est traversé par des cloisons très-minces, formées d'un tissu conjonctif plus lâche et unies entre elles de manière à constituer un système continu de tubes parallèles, ou s'abouchant à angle aigu les uns dans les autres, et qui divisent les fibrilles tendineuses en un certain nombre de groupes plus ou moins volumineux. Les petits faisceaux (secondaires), toujours très-évidents, sont généralement polyédriques ; quelquefois, au contraire, ils sont arrondis ou aplatis Ils ont un diamètre de 65 à 110 μ. Les gros faisceaux (tertiaires) ne se voient pas moins bien ; ils ont la forme de prismes de $0^{mm},2$ à $1^{mm},1$ ou plus de largeur, et sont limités par des cloisons un peu plus épaisses que les précédents. Très-souvent, plusieurs faisceaux tertiaires se réunissent ensemble pour constituer des divisions d'un ordre plus élevé, qui, fortement adhérentes les unes aux autres et entourées d'une enveloppe commune de tissu conjonctif lâche, forment les tendons eux-mêmes.

Les *aponévroses* ont tantôt la même structure que les tendons proprement dits, et consistent en plusieurs couches de faisceaux secondaires étendus parallèlement à côté les uns des autres; tantôt elles ressemblent davantage aux membranes fibreuses, et se composent de faisceaux primitifs et secondaires qui s'entrecroisent dans deux ou plusieurs directions (muscles de l'abdomen, diaphragme).

La *structure des faisceaux secondaires des tendons* est tout à fait spéciale et diffère complétement de celle des faisceaux musculaires correspondants. Ils sont formés principalement de tissu conjonctif fibrillaire ordinaire, dont les fibrilles, faciles à voir sur une coupe transversale, sont toutes dirigées dans le sens de la longueur; on y trouve, en outre, un certain nombre de *fibres élastiques* et de cellules de *substance conjonctive* ou *corpuscules de tissu conjonctif*. Les fibres élastiques appartiennent à la variété la plus fine et sont difficiles à mettre en évidence; de sorte que, sur des pièces fraîches, il est impossible de les voir, et même après l'addition d'acide acétique, on ne les distingue pas très-nettement. Ce n'est qu'à l'aide des alcalis caustiques, surtout employés à chaud, qu'on parvient à les suivre complétement. On reconnaît alors qu'elles forment, dans toute l'épaisseur des faisceaux secondaires, des réseaux continus, dont les éléments sont parallèles ou

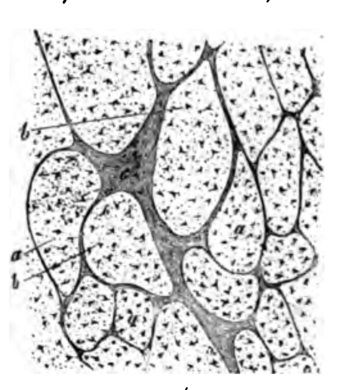


FIG. 114.

FIG. 114. — Tendon du muscle tibial postérieur de l'homme, grossi 60 fois. — *a*, faisceaux secondaires; *b*, corpuscules de tissu conjonctif et fibrilles élastiques; *c*, tissu conjonctif interstitiel.

diculaires aux fibrilles. Néanmoins, leur disposition n'a rien de r et ne détermine point une division de la substance fibrillaire en its plus petits, comme on l'a cru quelquefois.

est tout autrement des corpuscules de tissu conjonctif, qui sont gulièrement distribués dans l'épaisseur des faisceaux secondaires, tervalles de 45 à 67 μ ou plus. En outre, ces corpuscules fournis- s prolongements qui entourent les fibrilles comme des espèces de il s'ensuit qu'on est en droit de diviser la substance fibrillaire entale en faisceaux plus petits ou primitifs. Il ne faudrait pour- s considérer ces derniers comme des parties parfaitement limitées, que les gaînes dont il a été question sont incomplètes en une e points. Nous ferons remarquer aussi que dans le sens de la r, ils s'unissent fréquemment entre eux à angle aigu, de manière r un réseau à mailles allongées. — Les corpuscules de tissu con- eux-mêmes représentent un réseau de cellules continu, étendu à tout le faisceau secondaire. Les cellules sont allongées, surtout direction longitudinale des tendons, et forment par leur réunion dons aplatis et irréguliers qui, à leur tour, renferment des noyaux s et aplatis ou allongés, et qui s'unissent entre eux par des pro- ents latéraux et réguliers, le plus souvent membraneux ou rubanés, rement fibreux. Ces prolongements latéraux des portions du ré- cellules qui renferment des noyaux, sont au nombre de 2, 3 à 6, ntent, sur une section transversale, une image qui ressemble par- nt à celle d'un réseau de cellules étoilées. Sur des sections longi- s, cependant, on ne distingue rien de ce réseau ; au premier abord, econnaît que les prolongements longitudinaux des cellules, les- montrent tantôt sous la forme de fibres étroites, foncées, épais- space en espace, et rappelant les fibres élastiques, et tantôt l'image de rubans pâles et délicats. Il faut déjà une investigation e, notamment en se servant de tendons traités par les acides dilués lants, pour voir que de ces rubans partent une foule de prolon- latéraux très-ténus, ce qui conduit à reconnaître le réseau de tout entier, et donne la certitude que les prétendus prolongements les des coupes transversales ne sont autre chose que les sections longements rubanés qui unissent entre elles les séries de cellules . Du reste, ces prolongements sont souvent très-délicats et striés rs; j'admettrais difficilement qu'ils sont creux, tandis que l'on ne nier l'existence, dans le corps des cellules, d'un reste de contenu. mes recherches les plus récentes, ces cellules deviennent remar- ment belles dans le chlorure d'or, suivant la méthode de Cohn-

loisons qui entourent les faisceaux secondaires et tertiaires ont cture un peu différente, suivant leur épaisseur. Les plus minces nt en une couche de tissu conjonctif, en réseaux fins de fibres s transversales, et en un nombre variable de corpuscules de tissu

conjonctif anastomosés, lesquels se continuent également avec ceux de l'intérieur du faisceau secondaire. Les cloisons plus épaisses présentent exactement la structure des faisceaux tendineux secondaires, si ce n'est que tous leurs éléments sont dirigés transversalement et que les cellules et les fibres élastiques sont beaucoup plus abondantes que dans la substance tendineuse proprement dite. La même structure, souvent plus compliquée encore, se rencontre dans l'enveloppe du tendon tout entier; mais souvent celle-ci présente des transitions vers le tissu conjonctif lâche, lequel se rencontre aussi parfois dans l'intérieur du tendon, autour des vaisseaux et des nerfs.

Outre les éléments ci-dessus, certaines régions des tendons renferment des *cellules cartilagineuses* (voyez plus bas) et des *cellules adipeuses* ordinaires; ces dernières se rencontrent spécialement dans les tendons peu denses, comme le sont ceux des muscles intercostaux, du triangulaire du sternum, du masséter, etc.

Les tendons présentent un éclat satiné et une apparence de stries transversales, qui proviennent simplement des ondulosités que décrivent les fibrilles. Cet aspect, par lequel se manifeste l'élasticité des tendons, disparaît en effet lorsqu'on les soumet à une forte traction.

Par mes nouvelles recherches (*Würzb. naturw. Zeitschr.*, t. II) sur la nature des éléments celluleux des tendons, je crois avoir mis un terme aux longues controverses auxquelles cette question a donné lieu entre Henle et Virchow. — La meilleure description de la structure des tendons, à part ce qui est relatif aux cellules, est celle de Henle (*Canstatt's Jahresb.*, 1851).

§ 77. **Union des tendons avec les autres parties.** — Les tendons sont unis, d'une part, avec les muscles, de l'autre, avec les diverses parties qu'ils mettent en mouvement.

Ainsi qu'on le voit déjà à l'œil nu, l'union des tendons avec les muscles se fait de deux manières bien distinctes : tantôt les fibres musculaires se continuent directement avec les fibrilles tendineuses, et tantôt elles s'appliquent à angle aigu aux bords et aux faces des tendons et aponévroses, comme dans les muscles penniformes. Les caractères microscopiques ne sont pas les mêmes dans ces deux circonstances. Dans le premier cas, les faisceaux musculaires se continuent sans intermédiaire avec ceux des tendons, de sorte qu'il n'existe aucune limite certaine entre les deux tissus, et que chaque faisceau de fibrilles musculaires va former un faisceau tendineux de volume à peu près égal (fig. 115). Dans le second cas, il existe, au contraire, une *limite très-nette* entre le muscle et le tendon (fig. 116), les fibres musculaires se terminent par des extrémités mousses, et le sarcolemme est en cul-de-sac. Mais il résulte des nouvelles recherches de Biesiadecki et de Herzig que les mêmes extrémités arrondies existent véritablement dans les cas où les fibres musculaires semblent se continuer immédiatement avec les fibres tendineuses. La glycérine est un excellent moyen de mettre cette particularité en évidence.

Les extrémités des fibres musculaires présentent, sous l'influence de ce réactif, toutes les transitions entre la forme arrondie et la terminaison en pointe ; souvent même on rencontre plusieurs pointes de longueur différente. J'ai pu constater l'exactitude de ces données en examinant des muscles traités par une forte solution de potasse, et je me rallie, par conséquent, à l'opinion d'après laquelle la terminaison des fibres musculaires est partout la même. Du reste, partout le tissu conjonctif du tendon se continue avec le périmysium interne du muscle, de sorte que les extrémités des fibres musculaires sont reçues comme dans des fossettes creusées dans la substance du tendon.

Les tendons sont unis, d'un autre côté, avec les os, les cartilages, les membranes fibreuses (sclérotique, gaîne du nerf optique, tendons qui s'épanouissent en aponévrose), avec les ligaments et les membranes synoviales (bourse sous-crurale, par exemple). Leur union avec les os et les cartilages a lieu tantôt par l'intermédiaire du périoste et du périchondre, dont les éléments, analogues à ceux des tendons, semblent se continuer directement avec ces derniers, ou être simplement renforcés par leur épanouissement ; tantôt cette union est immédiate, et alors (tendon d'Achille, tendons du triceps crural, du grand pectoral, du deltoïde, du grand dorsal, du psoas iliaque, des fessiers, etc.) les faisceaux tendineux rencontrent la surface osseuse sous un angle obtus ou droit, et se fixent sur toutes les éminences, dans toutes les dépressions qu'elle présente, sans qu'il existe, dans ces régions, la moindre apparence d'un périoste interposé aux deux tissus (fig. 117). Souvent on rencontre dans les tendons,



Fig. 115.

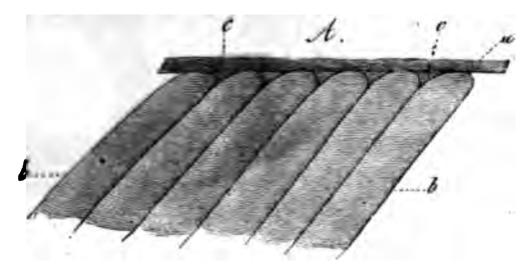


Fig. 116.

Fig. 115. — Faisceau primitif, *a*, des muscles intercostaux internes de l'homme, se continuant directement, et sans limite tranchée, avec un faisceau tendineux, *b*. — Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 116. — Rapports des fibres musculaires avec les tendons qui reçoivent obliquement l'insertion des muscles. Gastrocnémien de l'homme. — Grossissement de 250 diamètres. — *a*, coupe longitudinale d'une portion du tendon ; *b*, fibres musculaires terminées par des extrémités légèrement coniques ou arrondies, qui se fixent dans de petites cavités de la face interne du tendon ; le périmysium, *c*, s'insère au pourtour de ces cavités.

au voisinage des os, de belles ***cellules de cartilage***, isolées ou réunies en petites séries. J'ai vu aussi, dans quelques cas exceptionnels, les fibrilles tendineuses incrustées, près de leur insertion à l'os, de sels calcaires dé-

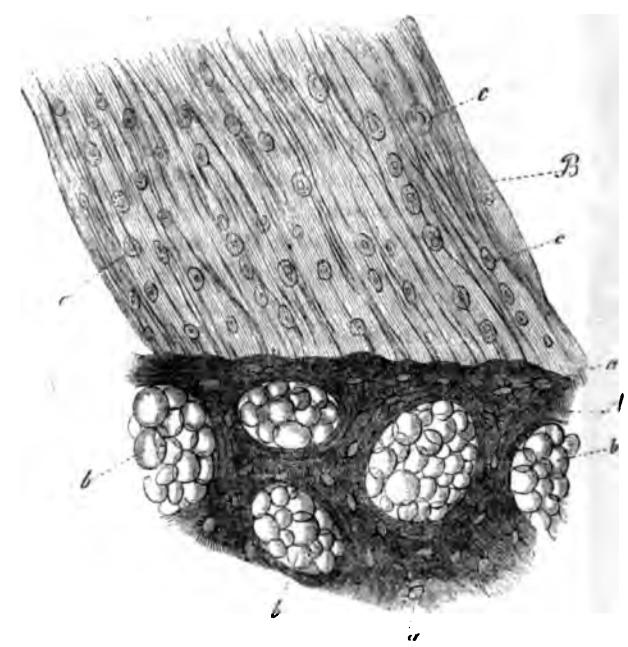


FIG. 117.

posés sous forme de granulations. Quand un tendon aboutit à une membrane fibreuse, il s'y perd d'une manière insensible (tenseur du *fascia lata*, biceps brachial).

Pour ce qui est de la terminaison des fibres musculaires dans la peau et les muqueuses, voy. plus haut, § 30, et ce qui sera dit plus loin, à l'occasion de la langue.

§ 78. **Organes accessoires des muscles et des tendons.** — A. Les *gaînes musculaires* ou *fasciæ* sont des membranes fibreuses servant d'enveloppe à des muscles isolés ou à des groupes de muscles, ainsi qu'à leurs tendons. Quelquefois elles remplissent en même temps le rôle des *tendons* et des *ligaments*, dont elles partagent alors la structure. D'autres fois, leur fonction se borne à contenir les muscles; elles ont, dans ces cas, la texture des membranes formées de tissu conjonctif et de fibres élastiques. Les premières sont blanches et brillantes, et ressemblent en tout point aux tendons et aux aponévroses; les dernières contiennent souvent, mê-

FIG. 117. — Insertion du tendon d'Achille au calcanéum, chez un homme de soixante ans. — Grossissement de 300 diamètres.

A. Os, présentant des lamelles *a*, des espaces médullaires et des cellules graisseuses *b*.

B. Tendon formé de fibrilles tendineuses et de cellules de cartilage *c*.

tissu conjonctif dont elles se composent, une quantité considérable :s élastiques fines, et peuvent même, par places, présenter complé- l'aspect jaunâtre des membranes élastiques (voy. fig. 29); elles ıent alors des réseaux élastiques très-serrés et très-développés. ıcia ont l'*apparence des tendons* partout où leurs fonctions, toutes ques, nécessitaient un tissu dense et inextensible; ainsi : 1° au de leurs insertions aux os; 2° aux points où ils donnent attache ıres musculaires et font fonction d'aponévrose; 3° là où ils re- . des expansions tendineuses et qu'ils agissent eux-mêmes à la e des tendons; 4° lorsqu'ils tiennent lieu de tendons en s'épais- par places. Au contraire, les gaînes musculaires sont plus ou *élastiques* partout où elles doivent constituer une enveloppe solide, 'empêchent point les muscles de changer de forme, en se con- ıt, spécialement à la partie moyenne des membres.

igaments des tendons. — Certains fascia musculaires offrent, près de ıertion aux os, une structure ligamenteuse et forment des espèces ıes cylindriques autour des tendons, ou servent à les fixer; mais e aussi des *gaînes tendineuses* indépendantes, comme, par exemple, les tendons fléchisseurs des doigts et des orteils; ces dernières sont s par la réunion d'un grand nombre de petits ligaments servant à r extérieurement les gaînes muqueuses qui se trouvent dans ces ;. Parmi les autres ligaments appartenant à la même catégorie, iterons le ligament palmaire du carpe, la trochlée, et les freins des s.

ourses muqueuses et *gaînes muqueuses.* — Partout où des muscles ou ıdons frottent, dans leurs mouvements, contre des parties dures rtilages) ou contre d'autres muscles, tendons ou ligaments, ils sont ; de ces organes par des espaces remplis par une petite quantité quide visqueux qui, d'après Virchow (*Würzb. Verh.*, II, 281), ne ne point de mucus, mais plutôt un principe très-analogue à la ıce colloïde. Les anatomistes sont dans l'habitude de considérer ıaces comme tapissés par une membrane spéciale, appelée *mem- ynoviale.* Celle-ci serait constituée par un sac sans ouverture, de arrondie ou allongée, qui tantôt revêt simplement les surfaces cor- dantes des tendons et des os, des os et des muscles, etc. (*bourses mu- *), et tantôt forme deux cylindres creux emboîtés l'un dans l'autre érents par leurs bases, le premier revêtant le tendon, le second nt la partie dans laquelle il se meut : ce sont les *gaînes synoviales.* té, c'est qu'un petit nombre seulement de ces cavités sont tapissées e membrane continue, et que la plupart en sont dépourvues en up d'endroits. Pour ce qui est des bourses muqueuses, celles des s (psoas, iliaque, deltoïde, etc.) doivent être considérées comme ; complètes; celles des tendons, au contraire, ne présentent que ces une membrane distincte, et en manquent précisément sur les ıi frottent l'une sur l'autre. Ce dernier fait se reproduit dans les

gaînes synoviales, parmi lesquelles les gaînes communes des fléchisseurs des doigts et des orteils offrent seules, jusqu'à un certain point, l'image des prétendus sacs séreux, bien que, même dans ces régions, ces tendons soient privés de tout revêtement membraneux sur une foule de points. Sous ce rapport, comme sous beaucoup d'autres, l'ancienne doctrine des sacs séreux partout continus avec eux-mêmes doit être modifiée radicalement.

Dans la plupart des gaînes synoviales et dans quelques bourses muqueuses, on trouve çà et là, notamment près des freins, des prolongements rougeâtres plus ou moins volumineux et en forme de franges; ce sont des *prolongements vasculaires* de la membrane synoviale, qui ne diffèrent en rien de ceux des articulations.

D. *Fibro-cartilages* et *os sésamoïdes.* — Les tendons de certains muscles (tibial postérieur, long péronier) contiennent dans leur tissu, là où ils se meuvent dans des gaînes, des noyaux denses, demi-cartilagineux, connus sous le nom de *cartilages sésamoïdes*, de *fibro-cartilages*; lorsqu'ils s'ossifient, ceux-ci deviennent des *os sésamoïdes*, semblables à ceux qu'on trouve normalement dans le tissu des tendons de quelques fléchisseurs des doigts et des orteils, dont une des faces est tournée vers une cavité articulaire.

Quant à la *structure intime* des parties qui viennent d'être mentionnées, voici ce qui est à remarquer. Les *bourses muqueuses*, dont les parois sont toujours très-minces, consistent, lorsqu'elles ont une membrane spéciale, en faisceaux de tissu conjonctif entrecroisés dans divers sens, lâchement unis et quelquefois anastomosés entre eux, et en fibres élastiques fines; les *gaînes muqueuses*, pour répondre à leur double destination de bourses muqueuses et de ligaments de tendons unis à des gaînes tendineuses, présentent, là où elles sont minces, la même structure que les bourses muqueuses; là où elles sont épaisses, un tissu conjonctif fin, dense, renfermant souvent des séries de cellules plasmatiques allongées, qui font la transition aux fibres élastiques. Les deux espèces de sacs ne sont revêtus d'un *épithélium*, à leur surface interne, qu'en certaines régions limitées; il en est de même des organes qu'elles enveloppent ou qui les avoisinent. Cet épithélium se compose d'une simple couche de cellules à noyau, polygonales, de 9 à 15 μ de diamètre. Les *régions dépourvues d'épithélium* sont : beaucoup de parties des gaînes muqueuses et des tendons qu'elles renferment; certaines portions des bourses muqueuses, remarquables par leur ton mat et leur aspect jaunâtre, et qui répondent aux endroits où *la pression est le plus considérable.* La gaîne commune des fléchisseurs des doigts est tapissée d'un épithélium dans toute son étendue; on peut en dire autant des bourses muqueuses, dans lesquelles certains ligaments placés en dehors de la bourse proprement dite et entourant les tendons en forme de fronde sont seuls dépourvus du revêtement épithélial; c'est ce qu'on voit çà et là aux muscles sous-scapulaire, poplité, etc.

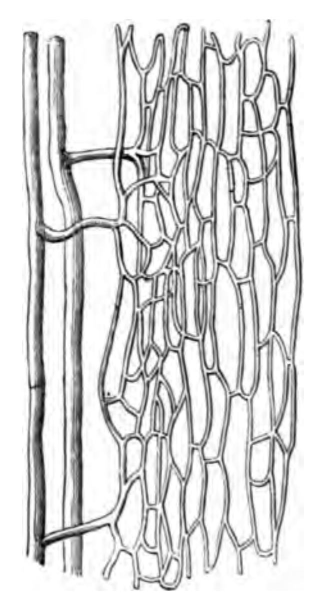
Toutes ces régions privées d'épithélium, sans exception, ont la struc-

ture des *fibro-cartilages* dans toute leur étendue, c'est-à-dire que le tissu conjonctif compacte, généralement pauvre en fibres élastiques, dont elles se composent, est parsemé d'un nombre variable, souvent très-considérable de *cellules de cartilage*. Ces cellules sont, le plus ordinairement, arrondies et à contours foncés, bien que leur membrane soit loin d'être épaisse; elles ont 13 à 27 μ de diamètre, et renferment un noyau sphérique de 6 à 7 μ, qu'entoure un liquide transparent, tenant quelquefois en suspension des granulations graisseuses opaques. A côté d'elles, on peut rencontrer aussi des cellules oblongues, à un ou deux noyaux, des cellules arrondies, à parois très-minces, mesurant jusqu'à $0^{mm},05$ à $0^{mm},07$ en diamètre, et renfermant 1-2 à 20 cellules filles dont la membrane est plus épaisse et les contours plus foncés; enfin, des cellules oblongues, dans lesquelles existe un dépôt formé de couches concentriques, un noyau ou une cellule fille munie d'un noyau. Dans les tendons se voient presque exclusivement les formes simples des cellules, et bien qu'elles puissent être très-abondantes, ces cellules sont généralement isolées, ou tout au plus rangées en séries de 2 à 6 entre les faisceaux du tissu conjonctif; elles se rencontrent dans les couches superficielles et dans la profondeur des tendons. Ceux-ci se composent, en général, de couches alternatives de tissu conjonctif ordinaire et de tissu conjonctif renfermant des cellules de cartilage (fibro-cartilage), de sorte que la section transversale d'un tendon présente un mélange de blanc et de jaune. Quelquefois, cependant, les portions superficielles seules sont entremêlées de tissu cartilagineux, le centre offrant la structure habituelle des tendons. Les points où les tendons contiennent un très-grand nombre de cellules de cartilage sont marqués généralement par un épaississement notable de l'organe, ou semblent même pourvus de masses spéciales de fibro-cartilage (long péronier, tibial postérieur). Dans les *gaînes muqueuses*, ainsi que dans les autres parties que nous venons de citer, il n'est pas rare de trouver des groupes serrés ou des *séries allongées* de 5 à 18 cellules et plus, parmi lesquelles celles de la périphérie sont toujours les plus petites, celles du milieu, les plus volumineuses. Dans la gouttière du cuboïde qui sert à loger le tendon du long péronier latéral, on rencontre une couche de *vrai cartilage* qui a de $0^{mm},75$ à 1^{mm} d'épaisseur. La même chose se voit dans la petite échancrure sciatique, au calcanéum, au-dessus de l'insertion du tendon d'Achille, dans le crochet de l'aile externe de l'apophyse ptérygoïde.

Les *prolongements vasculaires* des *gaînes tendineuses* et des *bourses muqueuses* concordent exactement, quant à leur structure, avec ceux des articulations, dont ils ne diffèrent que par leurs dimensions moins considérables.

§ 79. **Vaisseaux des muscles et de leurs organes accessoires.** — A. *Vaisseaux sanguins.* — Les ramifications des gros vaisseaux n'offrent que peu de particularités. Les branches vasculaires arrivent aux muscles per-

pendiculairement ou sous un angle obtus, et donnent naissance, dans l'épaisseur du périmysium interne, à des ramifications arborescentes formant entre elles des angles plus ou moins ouverts, de manière à se distribuer sur toute la longueur du muscle. Les plus petites artères et veines affectent, en général, un trajet parallèle aux faisceaux musculaires, entre lesquels elles se terminent en un réseau capillaire tellement caractéristique qu'il suffit de l'avoir vu une fois pour ne plus jamais le méconnaître dorénavant. Ce réseau est formé de mailles rectangulaires, dont le grand côté est parallèle à l'axe longitudinal des muscles; il se compose, par conséquent, de deux ordres de petits vaisseaux : les uns sont longitudinaux, et cheminent dans les gouttières formées par l'adossement de deux faisceaux voisins, ou dans les espaces irréguliers existant entre plusieurs faisceaux, comme on le voit bien sur une coupe transversale d'un muscle injecté; les autres sont dirigés en travers, s'anastomosent diversement avec les premiers, et enlacent les fibres musculaires. Ainsi, chaque faisceau primitif est en quelque sorte entouré d'un réseau capillaire spécial, qui l'abreuve de sang de toute part. Les capillaires des muscles sont des plus fins du corps humain; leur diamètre est quelquefois inférieur à celui des globules sanguins de l'homme. Sur une préparation de Hyrtl, ils n'ont que 5,6 à 6,7 μ; dans le grand pectoral, ils mesurent, remplis de sang, 5,6 à 6,7 μ, et 3,5 à 4,5 μ à l'état de vacuité.


Fig. 118.

Les *tendons* doivent être rangés parmi les organes les plus pauvres en vaisseaux sanguins. Les plus petits n'offrent, à leur intérieur, ***aucune trace*** de vaisseaux sanguins; mais le tissu conjonctif lâche qui les enveloppe extérieurement, renferme des réseaux capillaires très-développés et à larges mailles. Les tendons plus considérables présentent aussi quelques vaisseaux isolés dans leurs couches superficielles, et sur les tendons les plus volumineux, le microscope et l'injection dévoilent des réseaux vasculaires très-lâches, même dans les couches profondes; néanmoins, dans ce dernier cas, les parties centrales sont toujours privées de vaisseaux. — Ce que nous venons de dire des tendons s'applique aussi aux *ligaments des tendons*, si ce n'est que ces derniers sont encore moins vasculaires. Les

Fig. 118. — Vaisseaux capillaires des muscles, à un grossissement de 250 diamètres. — *a*, artère; *b*, veine; *c*, réseau capillaire.

fascia très-minces sont complétement dépourvus de vaisseaux; ceux qui sont plus épais, comme le *fascia lata*, abstraction faite du tissu conjonctif lâche et vasculaire qui couvre leur surface, reçoivent quelques ramifications vasculaires très-rares qui, d'après Hyrtl, proviennent, non des artères musculaires, mais bien des troncs principaux, et gagnent la superficie en cheminant dans les cloisons fibreuses. Les *membranes synoviales* du système musculaire, au contraire, et surtout leurs prolongements vasculaires, sont riches en vaisseaux sanguins. Mais comme ces organes sont en tout semblables aux capsules synoviales du tissu osseux, nous n'entrerons ici dans aucun détail à leur égard.

B. Les *vaisseaux lymphatiques* des muscles sont peu nombreux; dans les petits muscles, tels que l'omo-hyoïdien, le sous-crural, je n'ai trouvé jusqu'ici aucun lymphatique, et parmi les muscles les plus volumineux, quelques-uns seulement m'ont présenté des vaisseaux lymphatiques de $0^{mm},45$ à $0^{mm},56$ de diamètre, accompagnant les vaisseaux sanguins qui y pénétraient. Or, comme les vaisseaux profonds des membres, c'est-à-dire ceux des muscles, ne s'accompagnent que de très-peu de lymphatiques, parmi lesquels quelques-uns, certainement, ne proviennent pas des muscles, on est fondé à admettre, ce me semble, que dans les cas où des vaisseaux lymphatiques existent au voisinage de grosses masses musculaires, ils ne pénètrent point dans les interstices des faisceaux secondaires, mais se distribuent simplement dans le périmysium qui sépare les grandes divisions musculaires. Il a été impossible à Teichmann de démontrer qu'il existe réellement des vaisseaux lymphatiques dans les muscles (*Saugadersystem*, p. 100).—Dans les *tendons*, les *fascia*, et dans les *membranes synoviales*, personne jusqu'ici n'a pu voir des vaisseaux lymphatiques.

D'après Hyrtl (*Oester. Zeitschr. f. pr. Heilk.*, 1859, n° 8), les capillaires du muscle, dans le gastrocnémien, ne se continuent pas avec ceux du tendon, tandis que des rameaux artériels d'un certain volume passent du muscle dans le tendon pour s'y résoudre en capillaires, d'où naissent des veines satellites, toujours au nombre de deux pour chaque artère.

§ 80. **Nerfs des muscles.** — Même en ne considérant que les connexions générales des nerfs musculaires, on s'aperçoit immédiatement qu'ils présentent quelque chose de spécial; il est facile de s'assurer, en effet, sur la plupart des muscles, que les fibres nerveuses ne viennent les toucher qu'en des points très-limités, sans s'étendre parallèlement à leurs faisceaux. Quant à la *terminaison ultime* des nerfs, il existe, dans tous les muscles, des anastomoses entre les ramuscules nerveux, ou ce qu'on a appelé des *plexus*. Les anastomoses entre branches d'un certain volume se voient surtout dans les régions où toutes les ramifications sont concentrées dans un très-petit espace (voyez la note); partout ailleurs elles sont très-rares ou font complétement défaut, tandis que les anastomoses entre des ramuscules de plus en plus ténus (*plexus terminaux*, Valentin) sont très-nombreuses partout, et produisent des mailles allongées, en général,

dans les sens des faisceaux. Ces *plexus terminaux*, dont les mailles sont plus ou moins étroites, et qui se trouvent généralement entre les divisions d'un ramuscule, ne renfermant souvent qu'une ou deux fibres primitives, présentent de nombreuses *bifurcations des tubes nerveux*, et

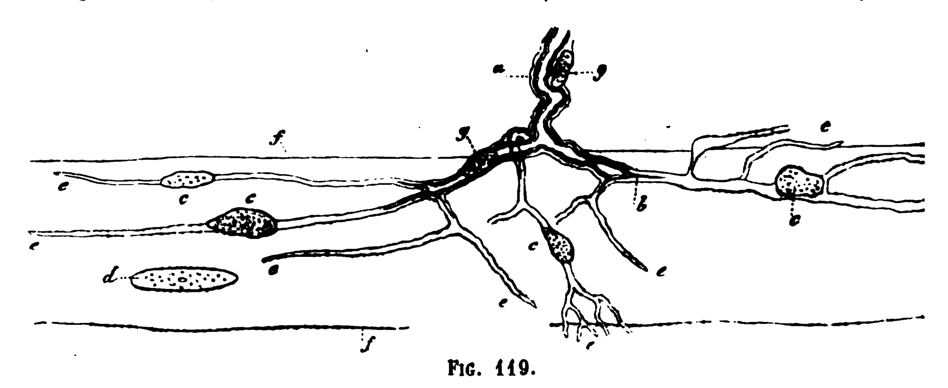


FIG. 119.

conduisent ensuite aux terminaisons ultimes, qui, suivant toutes les probabilités, sont formées partout de fibres pâles, parsemées de noyaux.

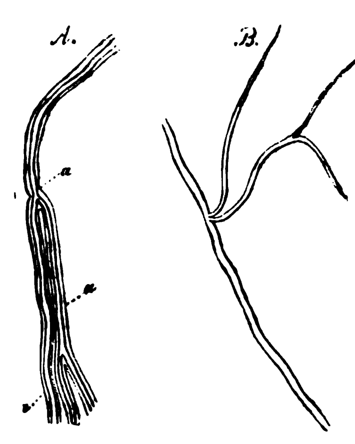


FIG. 120.

Les connexions intimes de ces fibres ont été étudiées, dans ces dernières années, sur un grand nombre d'animaux; mais, jusqu'à ce jour, les observateurs n'ont pu encore se mettre d'accord. Ce qui est certain, c'est que, chez certains animaux (grenouille), les fibres nerveuses se terminent par un faisceau de fibrilles pâles, et que plusieurs de ces fibrilles entrent en contact avec la même fibre musculaire, tandis que chez d'autres animaux (grenouilles, oiseaux, amphibies écailleux), les fibres nerveuses se fixent aux faisceaux primitifs par une espèce de disque spécial appelé *plaque nerveuse terminale*. Mais la constitution intime de l'extrémité ultime du

FIG. 119. — Ramification terminale d'un tube nerveux à contours foncés du muscle cutané du thorax, chez la grenouille; lentille à immersion n° 10 de Hartnack, et oculaire, 1. — *a*, gaîne du tube nerveux, se prolongeant en *b* sur les fibres terminales pâles; *b*, continuité du contenu du tube nerveux (principalement du cylindre de l'axe) avec ces fibres; *d*, noyau de la fibre musculaire *f*, *f*, sur laquelle se fait la division de la fibre terminale; *e*, *e*, *e*, *e*, extrémités des fibres terminales pâles. — Dans les autres points on n'a pu voir distinctement la terminaison des fibreuses; *g*, noyaux des tubes nerveux à contours foncés.

FIG. 120. — Division des fibres nerveuses primitives dans les muscles. — Grossissement de 350 diamètres.

A. Double division observée dans le muscle omo-hyoïdien de l'homme. — *a*, névrilème.

B. Divisions rencontrées dans un muscle de la face du lapin, avec trois rameaux qui semblent se terminer en pointe.

erf, de même que la question de savoir si cette extrémité est située a dehors ou en dedans du sarcolemme, est encore toujours l'objet 'opinions contradictoires.

Les rameaux qui pénètrent dans les muscles se composent principalement de tubes nerveux larges; pour 100 de ces derniers, on trouve, en moyenne, environ 12 tubes minces (Volkmann). Dans l'intérieur des muscles, le calibre des tubes va en diminuant, si bien que les plexus terminaux ne sont formés que de fibres très-minces, de 2,2 à 5,6 μ de diamètre. Quelquefois même, il est possible d'observer directement cet amincissement progressif de certaines fibres, ce qui prouve que, dans ces cas du moins, il ne résulte pas de la division de ces dernières. En même temps qu'a lieu cette diminution de diamètre, les tubes nerveux prennent tout à fait l'aspect des fibres appelées *sympathiques*, deviennent pâles, à simple contour, avec une grande tendance à devenir variqueuses. Les fibres terminales mesurent 1,1 à 2,2 μ chez la grenouille.

Des *nerfs vasculaires* se rencontrent dans tous les muscles; ils font partie du faisceau vasculaire et constituent des rameaux plus ou moins considérables, suivant le volume des vaisseaux. Ils ne contiennent que des fibres de l'espèce la plus fine, et accompagnent toujours des vaisseaux d'un certain volume, qui offrent encore les caractères évidents des artères ou des veines. Il ne m'a pas été possible de voir leur terminaison, chez les mammifères et chez l'homme; mais je puis affirmer qu'ils n'existent plus au niveau des capillaires, ni même quelquefois sur les petites artères et veines. Çà et là, on voit se joindre à eux une ou plusieurs fibres nerveuses provenant du plexus terminal du muscle, ce qui concorde parfaitement avec ce fait que les nerfs vasculaires d'un grand nombre d'organes (des membres, par exemple) proviennent indubitablement des nerfs spinaux.

Chez la grenouille, je trouve, sur un grand nombre des plus petites artères et veines, mais non sur toutes, bien s'en faut, des filaments nerveux pâles, renfermant des noyaux, et dont la texture ne diffère pas sensiblement de celle des extrémités des nerfs musculaires. Tous les muscles paraissent également recevoir des *fibres nerveuses sensitives;* sur des mammifères (souris), aussi bien que sur la grenouille, j'ai observé que les extrémités de ces fibres sont constituées par des filaments très-fins, pâles, renfermant des noyaux, qui s'étendent très-loin, et qui, chez la grenouille, se terminent librement.

Quant aux *tendons*, j'ai vu récemment, sur des chauves-souris, des ramifications nerveuses assez nombreuses, au moins à la surface de ces organes, même les petits. Sur les grands tendons, tels que le tendon d'Achille, celui du quadriceps, le centre tendineux du diaphragme (Luschka), on voit, chez l'homme, des rameaux nerveux pénétrer dans leur intérieur avec les vaisseaux. Jusqu'ici on n'a point démontré de nerfs dans les *aponévroses*, les *gaînes tendineuses* et les *capsules synoviales* du système musculaire.

La distribution des nerfs dans les muscles présente encore bien des points obscurs. Pour ce qui est de leurs rapports généraux, il résulte de mes recherches que dans un grand nombre de petits muscles de l'homme, les ramifications nerveuses *n'occupent qu'un espace très-restreint;* c'est ainsi que, dans le ventre antérieur du muscle omo-hyoïdien, par exemple, qui mesure 8 centimètres en longueur, la région dans laquelle se ramifient les nerfs n'a pas plus de 1,1 à 1,8 centimètre d'étendue. Tandis que les autres parties du muscle, les deux extrémités dans le cas en question, ne présentent que de rares ramuscules très-ténus.

Dans d'autres cas, et particulièrement dans les gros muscles, les nerfs s'étendent sur de plus larges espaces, ou abordent ces organes par plusieurs régions. Cette circonstance tient à ce que les muscles d'une certaine longueur se composent d'un nombre considérable de courtes fibres musculaires, de 2-4 centimètres de longueur, et dont chacune reçoit un nerf.

Relativement à la *terminaison ultime des nerfs* dans les muscles, il ne se passe guère d'année qui ne nous révèle quelque fait nouveau, et néanmoins nous ne sommes pas encore arrivés au terme. Les anses terminales, décrites en 1838 par Valentin et par Emmert, sont aujourd'hui complétement délaissées. Au con-

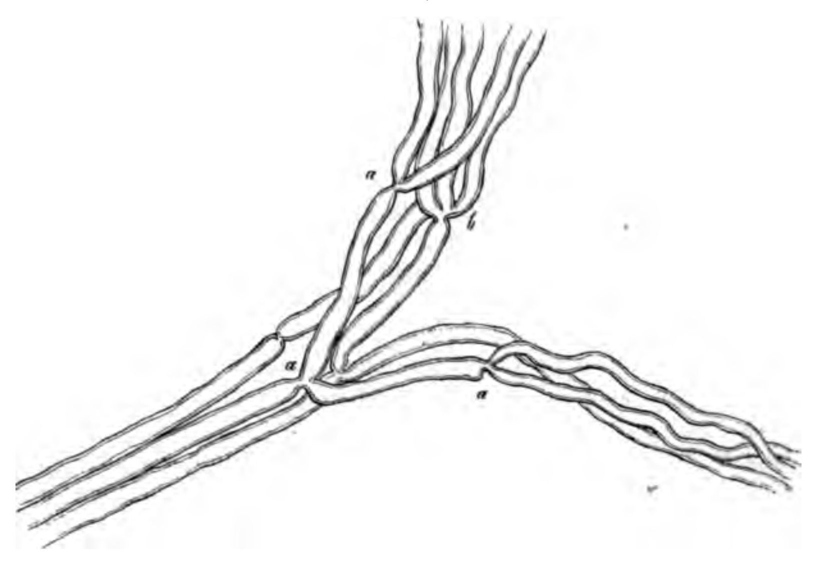


Fig. 121.

traire, *les divisions des fibres primitives*, observées d'abord par J. Müller et Brücke dans les muscles de l'œil du brochet (J. Müller, *Phys.*, 4e édit., t. I, p. 528), sont aujourd'hui généralement admises, et c'est surtout R. Wagner qui, sous ce rapport, a bien mérité de la science par ses belles recherches sur les muscles de la grenouille. Ces divisions, que j'ai trouvées également chez l'homme, sont généralement des bifurcations ou des trifurcations; cependant Wagner a vu une fois, sur la grenouille, huit branches naître d'un seul point. Il n'est pas facile de se faire une idée exacte du nombre de ces divisions; nous possédons toutefois des données assez exactes relativement à un muscle de la grenouille, le muscle cutané du thorax (abdomino-guttural, Dugès). Sur ce muscle, qui compte 160 à 180 fibres

Fig. 121. — Divisions des fibres nerveuses dans un petit rameau du muscle cutané de la poitrine de la grenouille (grossissement de 350 diamètres). — *a*, bifurcation ; *b*, trifurcation.

lement l'état actuel de la science.

enouille et chez les poissons (ces derniers, cependant, n'ont encore été arement), les fibres nerveuses à contours foncés, après des divisions continuent avec des *fibres terminales pâles*, bien décrites pour la prer Kühne; ces dernières, d'après mes observations, consistent en un t de la gaîne nerveuse et du cylindre d'axe, et présentent çà et là des gues à ceux qui se rencontrent dans la gaîne des fibres nerveuses à cés, noyaux que Kühne a décrits à tort comme des *renflements termi-*tructure compliquée, ou *corpuscules de revêtement*. Ces fibres terminales énéralement des divisions répétées ou même très-nombreuses, et sont leur origine à la surface du sarcolemme. Leur extrémité, que Kühne et ions décrite comme se terminant en pointe, formerait, d'après Krause, llement triangulaire, arrondi quand il est vu de face, mesurant 15 à rmant ou non un noyau. Après avoir répété mes recherches sur le muscle orax de la grenouille, il m'est impossible de me rallier à cette opinion, , comme précédemment, je n'ai vu que des extrémités en pointe ou arrondies, jamais des extrémités renflées. Krause et Rouget placent les fibres terminales sur la face externe du sarcolemme; Kühne, Engel-ldeyer, au contraire, les mettent à la face interne de ce dernier; on ne que c'est là un point extrêmement difficile à éclaircir, mais le nœud de n'est point où on l'a cherché jusqu'ici. D'après Kühne, *toute* la termi-du nerf serait située en dedans de la fibre musculaire, tandis que j'ai rause se reconnaît d'accord avec moi sur ce point, que beaucoup d'ex-es se trouvent décidément à la surface externe du sarcolemme. Quant à le savoir si les *terminaisons ultimes* de ces fibres pâles sont situées au-u-dessous de la gaîne de la fibre musculaire, elle me paraît insoluble nent, attendu qu'il s'agit là d'une disposition qui, en raison de la ténuité s'est dérobée jusqu'ici à toute observation précise.

reptiles, les *oiseaux* et les *mammifères*, Rouget a découvert un erminaison spécial des nerfs musculaires, sous la forme de *lames* (*plaques terminales*, Rouget), qui ont été observées aussi presque



cés et leur gaîne garnie de noyaux jusqu'au niveau de la plaque terminale. Là, la gaîne se continue avec une membrane qui limite la plaque terminale, tandis que la fibre nerveuse elle-même, devenue pâle et mince, se perd dans l'intérieur de cette plaque, dont la substance est formée principalement d'une matière finement granulée et d'un grand nombre (cinq à seize) de noyaux de cellules analogues à ceux de la gaîne du nerf. Mais s'agit-il de déterminer le véritable mode de terminaison de la fibre

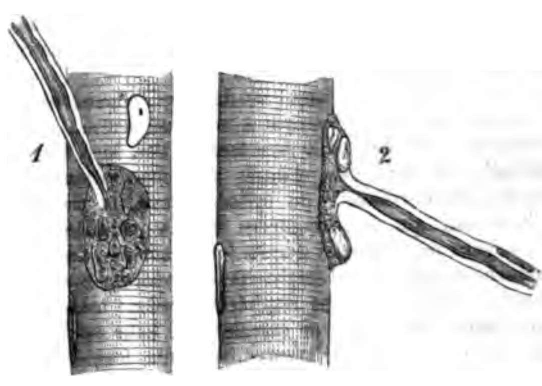


FIG. 122.

nerveuse et la position de la plaque terminale relativement au sarco-lemme, on se heurte à de grandes difficultés. Pour ce qui est du premi point, chaque fibre nerveuse à contour foncé, suivant Krause, envoie ou plusieurs prolongements terminaux dans l'intérieur de la plaq lesquels prolongements sont munis, à leur extrémité, d'un renflement massue; d'après les observations les plus récentes de Kühne et Cohnheim, au contraire, le cylindre de l'axe des tubes nerveux se t mine dans la plaque sous la forme d'une production rameuse et mu d'excroissances spéciales, que Kühne désigne sous le nom de *pla nerveuse terminale* proprement dite, tandis qu'il appelle *éminence nerv* l'ensemble de la formation. D'un autre côté, Rouget, sans dire rien précis relativement à la terminaison ultime des nerfs, déclare que l plaques nerveuses terminales sont des productions artificielles, et je ser assez disposé à me ranger à cette opinion, parce qu'il me semble q l'aspect fortement variqueux figuré par les anatomistes en question n' point naturel. Sur la grenouille, j'ai rencontré assez souvent des fib terminales pâles, à bords très-variqueux, bien qu'il soit indubitable q normalement ces bords sont rectilignes. Chez les mammifères, je n'ai jusqu'ici l'extrémité nerveuse dans la plaque motrice terminale que so

FIG. 122. — Deux plaques motrices terminales du muscle cutané du rat. — Grossi ment de 400 diamètres. — 1, de face. 2, de profil. — Le tube nerveux afférent prés une gaîne munie de noyaux. Dans la plaque elle-même on voit l'extrémité pâle de la s'élargissant en deux, des noyaux, une substance granuleuse, et une enveloppe qui se tinue avec la gaîne du nerf. Cette préparation provient d'un fragment du muscle traité l'acide acétique très-dilué.

d'un simple élargissement triangulaire; une fois même, j'ai pu · une semblable extrémité isolée (fig. 122). Je ne prétends point ndant qu'il n'y ait également, et surtout peut-être chez les am- écailles, des divisions de cette extrémité qui, sous l'influence extérieurs, peuvent apparaître avec l'aspect variqueux décrit C.

ement au siége des plaques motrices terminales des vertébrés rs, nous nous trouvons également en présence de deux opinions toires. Krause, en effet, place ce siége à la surface *externe* du me, tandis que tous les autres observateurs le placent, avec Rouget, ace *interne* de cette membrane. Tous ceux qui voudront voir les ur eux-mêmes reconnaîtront qu'il est extrêmement difficile de se lans un sens ou dans l'autre, et qu'on rencontre des images qui militer aussi bien pour l'une que pour l'autre de ces opinions. ement, je me rangerais plus volontiers à l'avis de Krause, me ba- tout sur des cas analogues à ceux qui sont représentés dans la 3; et je ferai remarquer seulement que les observations sur les és viennent plutôt à de cette manière de ites les recherches an- le Doyère, Quatrefages sont en faveur d'une pplication de l'extré- gie du nerf contre la sculaire, et c'est aussi démontrent très-net- es belles observations f sur les terminaisons s des arctiscoïdes. Il que ces faits semblent par les observations thropodes supérieurs, èrement par celles de Engelmann sur les trichodes, où la péné- les nerfs au-dessous du sarcolemme semble avoir été reconnue nent. Cependant, si l'on considère que, d'après les recherches de an, les fibres musculaires et le sarcolemme des insectes ne sau- tre comparés aux parties portant les mêmes noms chez les ani- périeurs et correspondent plutôt à tout un faisceau musculaire, naîtra que les observations faites sur les premiers ne peuvent l'appui de l'opinion de Rouget, Kühne, etc.

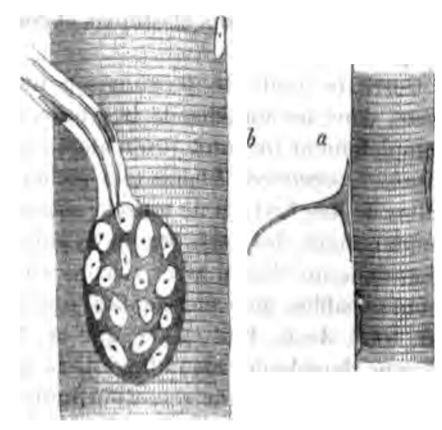


FIG. 123.

, si nous comparons entre eux les modes de terminaison des nerfs

3. — Fibre musculaire du rat, traitée par l'acide acétique très-dilué; de la fibre férente et de la plaque terminale, il n'est resté que le cylindre d'axe et une extré- que en connexion avec la fibre musculaire. — *b*, fibre musculaire du lapin avec motrice terminale. — Grossissement de 400 diamètres.

dans les muscles de la grenouille et dans ceux des animaux supérieurs, nous trouvons cette différence essentielle que, chez la première, les extrémités des nerfs sont très-ramifiées, tandis que chez les derniers, elles sont indivises ou très-peu ramifiées. Il résulte de là un aspect tout à fait différent : d'une part, celui d'une touffe étendue sur une assez grande surface; d'autre part, celui d'une petite plaque. Dans cette manière de voir, l'enveloppe qui revêt les plaques motrices terminales correspond à la gaîne nerveuse des fibres terminales de la grenouille, les noyaux de cette enveloppe aux noyaux de ces fibres (boutons nerveux terminaux, Kühne), et la substance granuleuse des plaques terminales qui renferment ces noyaux serait seule sans analogue chez la grenouille.

Dans la description précédente, il n'a point été question des observations de Schaafhausen, ni des recherches plus récentes de Beale, d'après lesquelles les extrémités des nerfs dans les muscles formeraient un réseau de fibres à noyaux pâles, situés en dehors des fibres musculaires. Mes propres observations, ainsi que celles de divers anatomistes, n'ont rien montré d'un semblable réseau, et je ne puis me défendre de l'idée qu'une confusion avec les éléments élastiques et conjonctifs a donné lieu aux opinions en question.

Outre le mode de terminaison indiqué par Kühne, j'ai trouvé, du reste, dans les muscles de la grenouille, un autre mode très-fréquent et complétement inconnu jusqu'alors, qui me paraît appartenir aux nerfs *sensibles vasculaires*. Depuis mes recherches sur les muscles de l'homme et celles de Reichert sur le muscle cutané de la grenouille, on sait qu'indépendamment des nerfs des fibres musculaires elles-mêmes, qui se répandent dans un champ assez circonscrit, il existe d'autres fibres, probablement sensibles, qui s'étendent sur une grande surface des muscles. Reichert dit (*Müll. Arch.*, 1851, p. 71) que ces fibres ne présentent point de terminaisons dans le muscle cutané de la grenouille, et que, conséquemment, il ne saurait y avoir de sensation limitée à ce muscle. Il n'est donc point sans un certain intérêt physiologique d'avoir trouvé les terminaisons de ces éléments. Les fibres en question sont des tubes très-fins, à bords foncés, avec une gaîne à noyaux distincts, et se détachent en partie du tronc du nerf principal, en partie arrivent aux muscles de la périphérie. Si l'on suit ces tubes sur des muscles rendus transparents au moyen de l'acide acétique étendu, on trouve que çà et là ils fournissent de fines fibres pâles sans moelle, et qu'ils se terminent par de semblables fibres qui sont munies de noyaux comme les branches terminales des nerfs musculaires, mais se distinguent de ces derniers par leur long trajet et le petit nombre de leurs ramifications. Cette deuxième espèce de fibres sans moelle chemine en partie dans l'intérieur du muscle et particulièrement avec les vaisseaux d'un certain volume, en partie et surtout sur les deux faces de ce muscle, plus souvent à la surface libre et en croisant la direction des fibres musculaires. Relativement à cette terminaison, je ne sais encore si les extrémités libres, en apparence, que l'on voit çà et là, le sont

véritablement ; ce qui est certain, c'est que dans quelques cas assez rares, ils s'unissent entre eux. Outre les fibres à contours foncés qui se continuent avec ces ramifications pâles, il en est toujours d'autres qui, comme l'indique fort bien Reichert, dépassent les limites des muscles en question, pour se terminer au delà.

Je ferai remarquer, en outre, que dans le muscle cutané du thorax de la grenouille, se montrent toujours en hiver (février) 3-5 corpuscules spéciaux qui, au premier abord, rappellent les corpuscules du tact ou les bulbes terminaux, mais qui n'appartiennent point à cette catégorie d'organes. A première vue, et même à un examen attentif, les corpuscules en question semblent être des régions un peu élargies de certaines fibres musculaires étroites, qui se distinguent par une grande accumulation de noyaux arrondis, et auxquelles aboutit généralement une seule fibre nerveuse très-large, qui forme autour d'elles des circonvolutions et des espèces de glomérules, présentant aussi parfois des bifurcations, et qui souvent pénètre indubitablement dans leur intérieur. Cette dernière circonstance me parut d'une grande importance, et il fut un temps où je fus convaincu que, du moins là, les fibres nerveuses pénètrent dans les faisceaux primitifs des muscles comme le veut Kühne. Mais, en examinant avec soin les fibres musculaires en question sur des muscles rendus transparents au moyen de l'acide acétique, et en me servant de très-forts grossissements, je m'assurai que les prétendues fibres musculaires simples se composent chacune d'un *faisceau de trois à sept fibres fines entre lesquelles les fibres nerveuses cheminent simplement ;* ce sont là les fines fibres musculaires dont l'étude minutieuse a conduit Weismann à admettre une division de fibres musculaires dans le sens de la longueur (voy. le paragr. suiv.). Arrivé à ce point, il ne me fut pas difficile d'isoler ces faisceaux au moyen d'une forte solution de potasse et d'y démontrer la région où se trouvaient les restes de la fibre à contours foncés. Dans cette région, les fines fibres musculaires étaient intimement unies et l'on voyait un tissu ténu, granuleux, strié, que je suis tenté de considérer comme le résidu altéré des fines ramifications nerveuses et de la petite quantité du tissu conjonctif qui, peut-être, les accompagnait. Si l'on considère avec Weismann les faisceaux de fibres fines comme les produits de la division d'une fibre musculaire plus grosse, les glomérules nerveux trouvés par moi deviennent immédiatement très-clairs et apparaissent comme des bourgeonnements de la fibre nerveuse du faisceau musculaire primitif, laquelle s'accommode en même temps à la division de cette dernière pour envoyer une extrémité nerveuse à chacune des fibres résultant de la division. Quant aux phénomènes qui accompagnent cette division, il est impossible de les suivre attentivement, à cause de l'union intime des fibrilles musculaires dans la région en question, union que, soit dit en passant, Weismann avait déjà décrite et figurée (l. i. c., p. 268, pl. VI, fig. 3) sans en connaître la signification. Il me paraît certain, cependant, que les extrémités nerveuses pâles, en bourgeonnant et en multipliant leurs noyaux, se déve-

loppent petit à petit, à ce point qu'elles sont en état de fournir à toutes les nouvelles fibres, et je crois qu'une portion des nombreux noyaux arrondis de la région en question appartient aux extrémités nerveuses. — Pour terminer enfin, je ferai remarquer que l'ensemble des phénomènes sur lesquels nous jetons ici, pour la première fois, un regard un peu approfondi, est très-peu favorable à l'opinion de Kühne sur la terminaison des nerfs dans les muscles. Si les extrémités nerveuses de la fibre musculaire en voie de division étaient originairement dans l'intérieur de cette fibre, il serait incompréhensible que, devant pourvoir à tous les segments, elles ne fussent point troublées par cette scission, car elles devraient, plus tard, non-seulement pénétrer dans l'intérieur de quelques-unes de ces fibrilles, mais encore en sortir de nouveau pour se rendre aux autres. Si, au contraire, on admet comme moi que les extrémités des nerfs sont appliquées sur le sarcolemme, il est extrêmement facile de comprendre comment elles pénètrent peu à

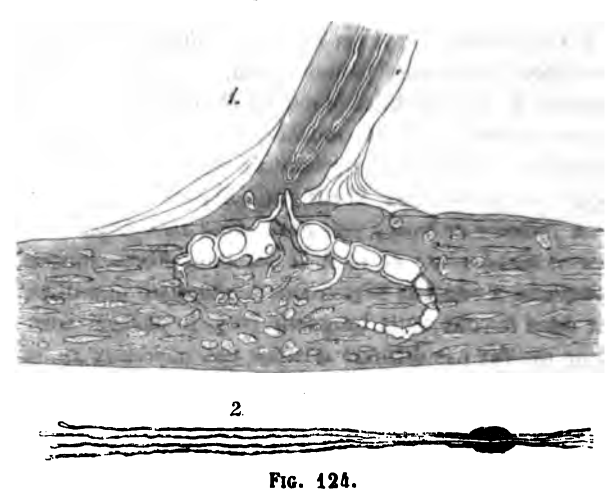


Fig. 124.

peu entre les fibrilles, pour former en définitive une branche de terminaison spéciale sur chacune d'entre elles. Par là les glomérules nerveux, ou, pour mieux dire peut-être, les bourgeons nerveux, gagnent encore en importance, et c'est pourquoi je les ai décrits ici avec quelques détails. — Tout récemment, ces organes ont été trouvés également par Kühne dans les muscles du rat, de la souris, du lapin et du lézard, et désignés sous le nom de *fuseaux musculaires*. Si l'on doit désigner par un nom particulier ce que présentent de spécial les fibres musculaires en question,

Fig. 124. — 1, Milieu d'un bourgeon musculaire (bourgeon nerveux) du muscle cutané du thorax de la grenouille, traité par l'acide acétique étendu. — Grossissement de 600 diamètres. — La fibre musculaire, simple en apparence, se divise à ses extrémités en plusieurs fibrilles et représente probablement, même à sa partie moyenne, un faisceau de fibres. 2, bourgeon musculaire analogue, déjà composé évidemment de quatre fibrilles musculaires développées; pris sur la grenouille et traité par la potasse concentrée. Un peu plus de la moitié seulement est ici représentée. — Faible grossissement.

› mot *bourgeon musculaire* qui convient, car ce n'est point la forme
›au, mais bien le phénomène de division qui, dans ces fibres mus-
s, constitue la chose essentielle.

. **Développement des muscles et des tendons.** — Les premiers
›nts des *muscles* sont composés de cellules formatrices analogues à
de toutes les autres parties de l'embryon, et ce sont ces cellules
› se transformant histologiquement, donnent naissance peu à peu
›scles, aux tendons, etc. Chez l'homme, les muscles ne sont recon-
›les que vers la fin du second mois, encore est-ce seulement pour
›rmé d'instruments grossissants; ils sont alors pâles, mous, gélati-
et ne se distinguent nullement de leurs tendons. Vers la dixième ou
›ième semaine, ils sont déjà plus nets, surtout sur des pièces con-
› dans l'alcool; à la même époque, on peut reconnaître les *tendons*
es stries un peu plus blanches, mais toujours transparentes. Au
›me mois, les muscles et les tendons sont encore plus distincts; les
›rs sont légèrement rougeâtres au tronc, les derniers sont moins
arents, grisâtres, les uns et les
encore très-mous. Plus tard,
›x espèces d'organes se rappro-
de plus en plus de leur état de
ppement parfait; si bien que
le fœtus à terme, abstraction
e la mollesse et de la pâleur des
es, de la vascularité et de la
›eur moins éclatante des ten-
ils ne présentent plus aucune
›nce notable qui les distingue de
›e l'adulte.

›rons maintenant dans quelques
› à ce sujet. Sur un embryon de
du deuxième mois, les faisceaux
ifs sont représentés par de longs
› de 2,2 à 4,5 μ de largeur, ren-
distance en distance, et mon-
au niveau de ces renflements,
›yaux oblongs; ces rubans pa-
›t homogènes ou finement gra-
rarement offrent-ils une légère
de stries transversales. Les pre-
› phases du développement de
›res musculaires étaient encore complétement inconnues, lorsque
›trai, tout récemment, que chaque fibre procède d'une *cellule fusi-*

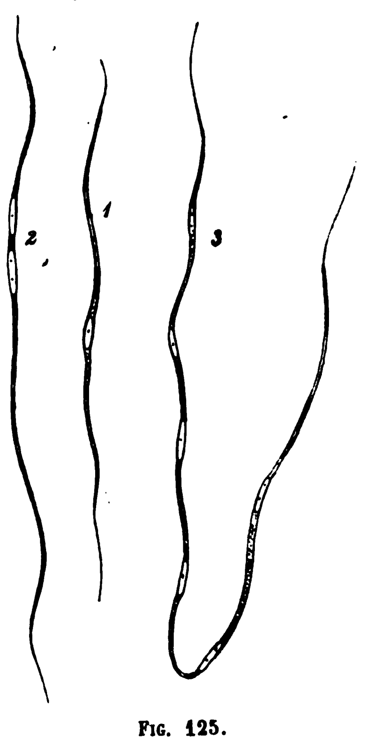


FIG. 125.

125. — Fibres musculaires d'un embryon humain de deux mois. — 1-2, du pied,
›t 2 noyaux. 3, de la jambe, avec 6 noyaux. — Grossissement de 350 diamètres.

forme unique, renfermant un seul noyau. Ces fibres (fig. 125) se voient au deuxième mois (sur des embryons de sept à huit semaines) dans les rudiments à peine formés des mains et des pieds, et mesurent jusqu'à 132-176 μ de longueur. Sur les mêmes embryons, la jambe et l'avant-bras présentent déjà des fibres plus développées, avec 2, 3 à 8 ou 9 noyaux, et d'une longueur de 335 μ, fibres terminées en pointe à leurs extrémités, et montrant çà et là des indices de stries transversales. Au tronc et au segment supérieur des membres, les fibres sont tellement longues qu'il est impossible, du moins avec les moyens dont nous disposons, d'en voir à la fois les deux extrémités.

D'après ce qui précède, *chaque fibre musculaire résulte donc d'une cellule unique*, qui s'allonge extraordinairement, en même temps que son noyau se multiplie. Cette multiplication est facile à observer, attendu qu'on rencontre fréquemment des noyaux à deux nucléoles, et parfois deux noyaux semblables très-rapprochés l'un de l'autre. Dans la suite, ces longues cellules fusiformes à noyaux multiples deviennent de plus en plus larges et longues, et leur contenu, le cytoplasme primitif, se transforme en fibrilles musculaires. Au quatrième mois (fig. 126), beaucoup de ces fibres mesurent 6 à 11 μ en largeur, quelques-unes même 13 μ, bien que d'autres n'aillent pas au delà de 3,5 à 4,5 μ. Elles sont encore aplaties, mais déjà elles sont également larges partout, et notablement plus épaisses qu'auparavant; la plupart présentent des stries longitudinales et transversales très-évidentes, et même des fibrilles isolables. En les examinant suivant leur longueur, mais surtout sur des coupes transversales, on acquiert la conviction que les fibrilles sont loin de combler tout l'espace occupé par les tubes primitifs; qu'elles sont, au contraire, réunies à la *périphérie* de ces derniers, de manière à constituer *un cylindre* renfermant dans son intérieur le protoplasme primitif, ce qui donne au faisceau des fibrilles l'apparence d'*un tube creux*. Tous les tubes primitifs sont enveloppés d'un sarcolemme (fig. 126 *b*) excessivement fin, dont l'existence peut être démontrée au moyen de l'acide acétique et de la soude. Il arrive aussi quelquefois que l'eau, en imbibant les faisceaux, éloigne çà et là le sarcolemme des fibrilles. Ces derniers sont pourvus, comme au début, de noyaux invariablement appliqués contre le sarcolemme, et le soulevant quelquefois; ces noyaux, qui se *multiplient*,

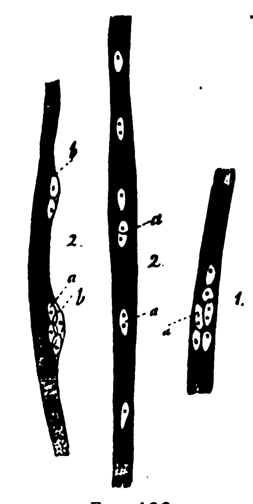


FIG. 126.

FIG. 126. — Fibres primitives d'un embryon humain de quatre mois. — Grossissement de 350 diamètres. — 1, faisceau contenant une substance transparente non encore fibreuse. 2. faisceau présentant un commencement de stries transversales. — *a*, noyaux; *b*, sarcolemme.

ès-rapidement, sont tous vésiculeux, sphériques ou oblongs, et munis un ou de deux nucléoles très-évidents. Souvent ils semblent en voie de ission. Bien plus nombreux qu'à la période précédente, ils sont génélement réunis par deux; quelquefois, cependant, on trouve des groupes e trois, quatre et même six noyaux agglomérés.—A partir de cette époque squ'au moment de la naissance, les faisceaux musculaires ne subissent les aucune modification notable, si ce n'est qu'ils gagnent en épaisseur. hez le nouveau-né, ils ont 12 à 15 μ de largeur; ils sont pleins, prismatiques, angles arrondis, striés en long ou en travers, suivant les circonstances, omme chez l'adulte; leurs fibrilles s'isolent avec une facilité extraordiaire, et leurs noyaux sont encore plus nombreux que précédemment.

Il résulte de ce qui précède, que le sarcolemme n'est autre chose que la embrane énormément agrandie de la cellule musculaire embryonnaire, t que les noyaux sont la progéniture du premier noyau de cellule, qui est multiplié par scission. Les fibrilles musculaires résultent de la transrmation du contenu des cellules, qui est devenu plus dense et qui s'est ivisé longitudinalement. Dans beaucoup de cas, on peut voir très-bien u'elles se développent à partir du sarcolemme vers le centre du tube; uelquefois peut-être, cependant, leur développement a lieu dans toute épaisseur du tube à la fois.

L'accroissement d'un muscle pris en masse est dû principalement à ce ue les faisceaux primitifs augmentent de longueur et d'épaisseur. Chez embryon de quatre à cinq mois, il n'est pas rare de rencontrer des faiseaux cinq fois plus volumineux que ceux de l'embryon de deux mois; enfant nouveau-né offre des faisceaux dont le volume est généralement e double, quelquefois le triple ou le quadruple de celui que présentent les isceaux du fœtus de quatre mois, et chez l'adulte, ils comportent un olume cinq fois plus considérable environ que chez le nouveau-né. Avec épaisseur des faisceaux musculaires doit augmenter aussi le nombre e leurs fibrilles, car, suivant Harting, il n'existe qu'une faible différence, uant à la largeur, entre les fibrilles de l'adulte et celles du fœtus oy. Harting, *Rech. micrométr.*, et Hepp., *loc. cit.*).

Une question non encore élucidée, relativement aux animaux supéieurs, est celle de savoir à quelle époque un muscle possède la totalité de es fibres. Les anciennes observations semblaient conduire à cette soluion que cela a lieu déjà dans la période embryonnaire. Mais il résulterait es dénombrements de Budge, contredits à la vérité par les données fouries par Aeby, et par les observations directes de Weismann et de moi, ue, chez la grenouille, des fibres musculaires se développent encore dans a suite et même à l'âge adulte. Il est donc fort possible que quelque hose de semblable ait lieu également chez les mammifères. S'il en était insi, on pourrait, se fondant sur les observations de Weismann, admete surtout la division des fibres musculaires existantes, peut-être aussi ne production de fibres musculaires nouvelles aux dépens des corpusules de tissu conjonctif du périmysium.

Les *éléments des tendons* sont primitivement des cellules formatrices sphériques très-rapprochées les unes des autres; mais ils ne restent pas longtemps à cet état : comme l'ont appris les recherches sur de jeunes embryons de mammifères, ils deviennent bientôt fusiformes. A l'époque où les tendons sont reconnaissables comme organes, on trouve, outre ces cellules, une substance interstitielle fibroïde, qui se transforme en substance tendineuse fibrillaire et collagène de plus en plus distincte, tandis que les cellules s'unissent entre elles et deviennent les corpuscules de tissu conjonctif des tendons. A une période ultérieure du développement, le réseau de cellules, dont les noyaux se multiplient

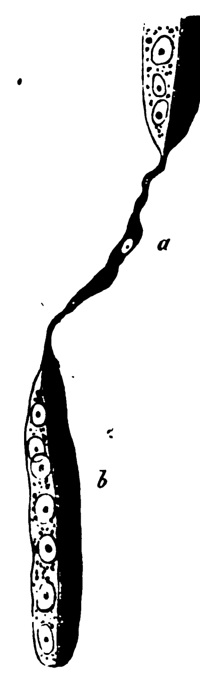


FIG. 127.

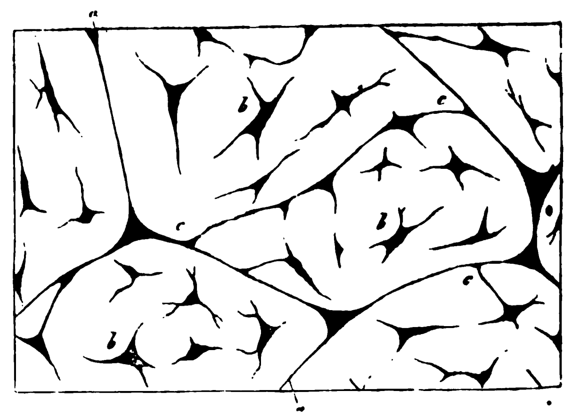


FIG. 128.

de plus en plus, s'étend davantage (en longueur et en largeur), tandis qu'il se dépose une quantité toujours croissante de substance interstitielle, phénomène dans lequel, outre les cellules, les nombreux vaisseaux sanguins des tendons en voie de formation jouent certainement un rôle. C'est ainsi que les cellules s'écartent entre elles de plus en plus; mais, comme on doit le comprendre, elles sont encore beaucoup plus rapprochées chez le nouveau-né que chez l'adulte (fig. 128). Les fibrilles paraissent avoir la même grosseur chez l'embryon et chez l'adulte; l'accroissement de la substance interstitielle dépend, par conséquent, de la formation constante de nouvelles fibrilles entre les anciennes, et non de l'augmentation du volume de ces dernières.

FIG. 127. — Tendon en voie de formation, consistant en une seule cellule allongée, que je considère actuellement comme un corpuscule de tissu conjonctif, enveloppé de substance conjonctive. Ce tendon si simple unit deux fibres musculaires peu développées *b*, *b*, dont chacune ne représente également qu'une cellule unique. — Préparation prise sur la dernière partie de la queue d'un têtard à branchies internes. — Grossissement de 250 diamètres.

FIG. 128. — Portion d'une section transversale d'un tendon de veau. — Grossissement de 350 diamètres. — *a*, cloisons des plus petits faisceaux tendineux ; *b*, corpuscules de tissu conjonctif se présentant, avec leurs prolongements nombreux, sur une section transversale, comme des cellules étoilées ; *c*, union des prolongements de cellules avec les cloisons.

Jusqu'à ces dernières années, on admettait généralement l'hypothèse de Schwann, dans laquelle les fibres musculaires se développent aux dépens d'un grand nombre de cellules rangées en séries longitudinales; mais plus récemment l'opinion de Prévost et Lebert et de Remak, d'après laquelle chaque fibre musculaire procède d'une cellule unique (voy. paragraphe 28), prit le dessus et rallia, outre moi, beaucoup d'autres observateurs, tels que M. Schulze, Weismann, F. E. Schulze, C. O. Weber et Zenker, de sorte qu'elle peut être considérée aujourd'hui comme générale. Je me contenterai, par conséquent, de rappeler que dans ces dernières années, des manières de voir différentes ont été émises par Margo et Deiters, par Rouget, Clarke et autres, et d'attirer l'attention sur la figure ci-dessous.

Relativement à l'*accroissement des muscles*, Budge paraît avoir établi par ses dénombrements que chez la grenouille, même après la période embryonnaire, il se forme toujours de nouvelles fibres. Ainsi, le nombre des fibres musculaires du gastrocnémien de cinq grenouilles mesurant 13mm, 15mm, 17mm, 46mm et 80mm de longueur totale (du synciput à l'anus) était de 1053, 1336, 1727, 3434, 5711. Au contraire, Aeby trouva dans le couturier de cinquante-six grenouilles de 20mm à 87mm de longueur des différences dans le nombre des fibres musculaires qui n'étaient entre elles que dans le rapport de 1 à 1,4; en conséquence, il ne croit pas, comme Budge, que l'augmentation du nombre des fibres en rapport avec celle de la longueur du corps soit considérable et constante. Budge ne se prononce pas nettement sur le mode de formation des nouvelles fibres; cependant il constata certains faits qui lui semblaient militer en faveur d'une production de fibres nouvelles par séparation des portions latérales des fibres anciennes (c'est-à-dire d'une sorte de division longitudinale). C'est également dans ce sens que plaident les observations instituées par Weismann sur les grenouilles adultes en hiver. A cette époque, d'après ses observations, un grand nombre de fibres musculaires de la grenouille sont détruites par voie de dégénérescence graisseuse, et à leur place se produisent des fibres nouvelles par division longitudinale des fibres existantes et par des phénomènes particuliers. Wittich admet également une formation de nouvelles fibres musculaires à cette époque de l'année; mais il la fait dépendre d'une production de courtes cellules musculaires nouvelles se développant dans le périmysium interne. — En ce qui me concerne, je ne possède point d'observations sur la production de nouvelles fibres musculaires dans les muscles encore en voie de développement; mais pour ce qui est des grenouilles d'hiver adultes, je ne puis que confirmer les observations de Weismann. Au moyen de la potasse à 35 pour 100, on peut isoler dans chaque muscle un certain nombre de fibres présentant des séries de noyaux simples ou multiples, d'autres avec des productions de fentes plus ou moins longues, apparaissant çà et là au milieu des fibres, et enfin des faisceaux entiers des fibres fines, plus intimement adhérentes entre elles au niveau du point d'immergence du nerf (voy. plus haut), et je me suis convaincu qu'il existe là des phénomènes de division de fibres musculaires déjà formées, et surtout de divisions de fibres entières en 2, 3 ou plusieurs fibres fines à la fois. Je n'ai rien vu des fibres-cellules de Wittich jusqu'à ce jour; mais peut-être la potasse n'est-elle point

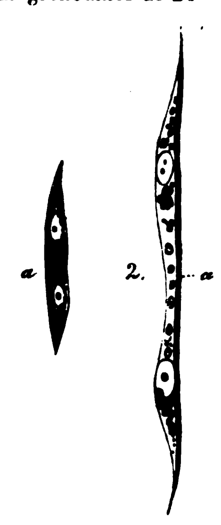


FIG. 129.

FIG. 129. — Fibres musculaires en voie de développement, provenant d'un embryon de grenouille qui ne possédait pas encore de branchies. — 1, cellules musculaires à deux noyaux de la pointe de la queue. 2, cellules analogues plus longues du milieu de la queue, avec rudiment de la substance striée en travers. — Grossissement de 350 diamètres.

le moyen de les mettre en évidence, attendu qu'elle rend également peu distincts les corpuscules de tissu conjonctif. — Un mot encore sur ce point. Depuis longtemps, j'ai décrit et figuré (*Zeitschr. f. w. Zool.*, VIII) des fibres musculaires de la grenouille complément remplies de cellules à noyaux arrondies, et dans de nouvelles recherches faites en hiver, j'ai souvent rencontré de semblables fibres. Je me suis demandé dès lors si ces cellules endogènes ne seraient pas utilisées pour la formation de nouvelles fibres musculaires, et si les courtes fibres-cellules à noyau unique de Wittich ne seraient pas peut-être des progénitures de ces dernières. Je n'ai pu réussir cependant jusqu'à ce jour à fortifier cette présomption par des faits certains; tout ce que j'ai pu voir jusqu'ici, c'est que dans certains cas les cellules endogènes en question ont une forme ovalaire.

Pour *étudier les muscles*, il est indispensable de les examiner à l'état frais et après les avoir traités par différents réactifs. Les *faisceaux musculaires primitifs* sont très-faciles à isoler sur des muscles soumis à la coction ou conservés dans l'alcool, préparations qui présentent aussi, le plus souvent, de très-belles stries transversales; on peut en dire autant des muscles traités par le sublimé ou l'acide chromique. Un excellent réactif, c'est la solution de potasse à 32-35 pour 100, proposée d'abord par Moleschott pour la démonstration des fibres-cellules des muscles lisses, et employée ensuite également par lui et par Weismann pour l'étude des fibres musculaires striées. Dans ce liquide, les muscles de grenouille se ramollissent dans l'espace de 10 à 20 minutes au point de se réduire en leurs éléments, dont on voit admirablement la conformation. Budge recommande dans le même but un mélange de nitre et de chlorate de potasse, Wittich, la coction dans une dissolution de ces sels. Le *sarcolemme* est facile à démontrer chez les amphibies et les poissons, sur des pièces fraîches aussi bien que sur des préparations conservées dans l'esprit-de-vin, où, en ajoutant de l'eau, le plus souvent, on le voit s'écarter notablement, par places, des fibrilles musculaires. Chez les animaux supérieurs et chez l'homme, on le voit quelquefois sur des faisceaux qu'on déchire sous le microscope, sur des muscles qu'on a fait macérer dans l'acide chlorhydrique étendu, qui ont été soumis à l'ébullition, ou à l'acide acétique ou aux alcalis. Je recommanderai surtout la soude caustique, qui rend ordinairement le contenu des tubes musculaires tellement fluide, qu'il s'écoule de leur intérieur sous forme d'un courant continu qui entraîne les noyaux, après quoi les gaînes se voient très-distinctement. Nulle part, cependant, les gaînes ne se montrent aussi bien que sur des muscles ramollis, atrophiés, ou qui ont subi la dégénérescence graisseuse, et cela d'autant mieux que l'altération des fibrilles est plus avancée. Les *fibrilles musculaires* se voient çà et là sur des muscles frais, mais assez difficilement; elles deviennent très-apparentes quand la roideur cadavérique s'en est emparée. Il est facile de les isoler artificiellement sur des muscles qui ont été conservés dans l'alcool, principalement sur ceux des pérennibranches (siredon, protée, etc.), qu'on a traités par l'acide chromique (Hannover), ou qu'on a fait macérer pendant huit à vingt et un jours, à la température de 1 à 8 degrés R., dans l'eau additionnée d'un peu de sublimé, pour empêcher la putréfaction (Schwann). La macération dans les liquides buccaux produit le même effet (Henle), tandis que dans l'estomac, suivant Frerichs (*Wagn. Handwörterb.*, III, 1, p. 814), les faisceaux se divisent en *disques* de Bowman; ces disques s'obtiennent avec une grande facilité au moyen de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique ($\frac{1}{500}$—$\frac{1}{1000}$) et d'acide acétique très-dilué (voy. § 72). Les champs de Cohnheim des coupes transversales, et les petits faisceaux auxquels ils répondent, se voient le mieux sur des sections pratiquées sur des muscles congelés et traités par du sérum ou du sel de cuisine. Les *noyaux* des faisceaux musculaires se voient très-bien après addition d'acide acétique; la soude (voy. plus haut) peut servir à les isoler, de même aussi l'acide acétique très-étendu et l'acide chlorhydrique, qui dissolvent les fibrilles; la potasse étendue les gonfle énormément (Donders), la potasse concentrée les montre sous l'aspect de vacuoles transparentes, très-régulièrement disposées. Pour plus de détails relativement à l'influence des divers réactifs sur les éléments

muscles, voy. les mémoires de Donders (*Holländ. Beiträge*) et de Paulsen *serv. microchem.*, Dorp., 1849), et le traité de Lehmann (*Phys. Chem.*, t. III), si que les auteurs modernes mentionnés § 32. Pour voir les *extrémités libres* des es musculaires, il faut faire bouillir les muscles, puis les plonger dans la glycé- (Rollett), ou les traiter par la potasse à 35 pour 100. Les *vaisseaux* des muscles vent être étudiés sur des muscles frais très-minces et sur des pièces injectées; les fs, sur les plus petits muscles de l'homme, sur ceux des petits mammifères, ticulièrement sur le psoas et les muscles de l'œil, sur le muscle cutané du thorax la grenouille. La distribution générale des nerfs et les bifurcations des tubes ner- x se voient facilement après addition de soude caustique diluée ou d'acide acétique inaire; tandis que, pour distinguer les extrémités nerveuses privées de mailles eurs noyaux, il faut une préparation particulière; je recommande spécialement s ce but l'acide acétique très-étendu (pour 100 centim. cubes d'eau distillée, 8 à gouttes d'acide acétique concentré, ayant 1,045 pour poids spécifique) qui, au bout deux à trois heures, montre déjà très-distinctement les extrémités nerveuses dans muscle cutané du thorax de petites grenouilles, et qui, plus tard, rend ce muscle faitement transparent et le conserve pendant longtemps. On peut employer aussi : l'acide chlorhydrique à 1 pour 1000, et surtout, 2° une solution étendue d'acide tique, dans laquelle on a plongé un estomac de grenouille, d'où il résulte une te de suc gastrique artificiel. Néanmoins ces deux solutions, dont je n'ai employé lernière qu'à froid, finissent par attaquer également les extrémités nerveuses, qui séquemment ne restent visibles qu'un certain temps. Les plaques motrices ter- nales seront étudiées, soit sur des muscles frais (rétracteur du bulbe du chat, s du lapin, etc.) additionnés de sérum ou de sel de cuisine, ou bien sur des scles traités par l'acide acétique, comme il a été dit plus haut, et qu'on dilacère, enfin sur des muscles traités par le nitrate d'argent (Cohnheim), qui colore les scles, en laissant les plaques terminales incolores. Le *périmysium*, la forme et la position des fibres musculaires sont très-nets sur des coupes transversales des scles à demi desséchés; il en est de même des *éléments des tendons*. La manière t ces derniers s'insèrent aux os, ainsi que les cellules cartilagineuses qu'ils pré- tent dans ces régions, sont faciles à voir, pour le tendon d'Achille, par exemple, des sections longitudinales de pièces desséchées; quant aux rapports des tendons c les muscles, voyez § 85. Si l'on veut étudier les cellules cartilagineuses dans les dons, on pratiquera des sections horizontales de ces organes, en partant de la face, et on les traitera par l'acide acétique ou par la soude étendue. Pour étudier *développement*, on choisira avant tout les amphibies sans écailles; les mammifères t beaucoup moins favorables à cette étude.

Bibliographie des muscles. — Outre les travaux cités § 32, on pourra consulter : Valentin, article MUSCLES dans *Encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen ssenschaften*, t. XXIV, p. 203-220. Berlin, 1840. — R. Remak, in *Fror. N.* ., 1845, N. 768, et *Entw.* — Kölliker, dans *Ann. des sc. nat.*, 1846. — Dobie, s *Ann. of nat. hist.*, 2ᵉ série, t. III, 1849. — Lebert, dans *Ann. des sc. nat.*, 50, p. 205. — Aubert, dans *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. IV, p. 388. — Stannius, s *Gœtt. Nachr.*, 1852, nº 17, et *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. IV, fig. 252. — ders, dans *Ned. Lancet*, 3ᵉ série, 1ʳᵉ année, p. 556. — Gairdner et Barlow. s *Monthly Journal*, 1853, p. 278 et 872. — Ecker, *Icon. phys.*, pl. XII. — ke, *Atlas der phys. Chem.*, pl. X. — Harting, in *Het Mikrosk*, t. IV, p. 185, . — Robin, in *Gaz. méd.*, 1855, p. 387. — Savory, in *Phil. Trans.*, 1855, 143. — C. Deiters, *De incremento musculorum*, Diss. Bonn, 1856. — C. Fick, *Müll. Arch.*, 1856, p. 145. — A. Rollett, in *Sitzungsb. d. Wien. Akad.* 1856, . — Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. IX, p. 139, 144. — Welker, in *schr. f. rat. Med.*, t. VIII, p. 226. — H. Munk, in *Gött. Nachr.*, 1856, févr., *De fibra musculari*. Berlin, 1859, Diss. — Hyrtl, in *Oester. Zeitschr. f. pract.*

Heilk., 1859, n° 8. — T. Margo, *Ueb. d. End. d. Nerv. in d. querg. Muskelf.* Pesth, 1862. — W. Käferstein, in *Müll. Arch.*, 1859, p. 548. — W. Kühne, in *Müll. Arch.*, 1859, p. 314, 418, 564; *Monatsber. d. Berl. Akad.*, 1859, juillet, p. 395 et 493, *Compt. rend.*, 1861, févr., *Med. Centralbl.*, 1864, n° 24, in *Virch. Arch.*; t. XXVII, p. 508; t. XXVIII, p. 528; t. XXIX, p. 207 et 433; t. XXX, p. 187, t. XXXIV, p. 412; et *Ueber die per. Endorgane der motorischem Nerven.* Leipz., 1862. — K. Reiser, *Die Einwirkung verschied. Reagentien auf den quergestreiften Muskelfaden.* Zürich, 1860, Diss. — J. Budge, in *Moleschott's Unters.*, t. VI, p. 40, in *Virch. Arch.*, t. XVII, p. 196, et in *Henle's Zeitschr.*, 1861, t. XI, p. 305.—Schaaffhausen, in *Ber. d. Versamm. d. d. Naturf. in Bonn*, 1859, p. 193 (terminaison des nerfs dans les muscles). — A. Weismann, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 1860, t. X, p. 263. — A. Fick, in *Molesch. Unters*, t. VII, p. 251. — Beale, in *Phil. Transact.*, 1860, t. II, p. 611. Londres, 1861; in *Arch. of med.*, 1862, n°s 11, 14, 15; in *Phil. Trans.*, 1862, t. II, p. 889; *Quart. Journ. of micr. Science*, 1864. — Kölliker, in *Würzb. naturw. Zeitschr.*, t. III, p. 1; *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XII, p. 149; *Proc. of the Roy. Soc.*, mai 1862. — F. E. Schulze, in *Müll. Arch.*, 1862, p. 385. — J. L. Clarke, in *Quart. Journ. of micr. Science*, 1862, p. 222, 1863, p. 1. — Ch. Rouget, in *Compt. rend.*, 1862, juill. et sept., et *Journ. de la Phys.*, 1863, p. 459 et 574; *Compt. rend.*, 1864, nov. — W. Krause, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXI, p. 77; t. XXIII, p. 157; in *Gött. Nachr.*, 1863, n°s 2 et 3; *Beitr. z. Neurol. d. ob. Extr.*, 1865, p. 17. — Bruch, in *Abh. d. Senkb. Ges.*, t. VI. — C. O. Weber, in *Med. Centr.*, 1863, n° 34. — W. Engelmann, *Unters ü. d. Zusammenhang zw. Nerv. u. Muskelfaser.* Leipzig, 1863; in *Jen. Zeitschr.*, 1864, p. 322. F. A. Zenker, *Ueber die Veränd. d. Musk. im Typhus.* Leipzig, 1864. — Fiedler, in *Virch. Arch.*, t. XXX, p. 461. — W. Waldeyer, in *Med. Centralbl.*, 1863, n° 24; 1865, n° 7; *Virch. Arch.*, t. XXIV, p. 473. — B. Nanaryn, in *Müll. Arch.*, 1862, p. 481. — L. Letzerich, in *Med. Centralbl.*, 1863, n° 37. — J. Cohnheim, *Med. Centralbl.*, 1863, n° 55; *Virch. Arch.*, t. XXIV, p. 194. — Greeff, *Arch. f. mikr. Anat.*, t. I, p. 113 et 437.

CHAPITRE III

DU SYSTÈME OSSEUX.

§ 82. **Délimitation, forme et distribution du système osseux.** — Le *système osseux* comprend un nombre considérable d'organes durs, les *os*, qui présentent une structure commune et spéciale, et qui sont unis entre eux, soit immédiatement, soit par l'intermédiaire de parties accessoires, telles que les *cartilages*, les *ligaments*, les *capsules articulaires*, de manière à constituer un tout continu, appelé *charpente osseuse* ou *squelette*.

Dans les os de l'homme, le tissu osseux apparaît sous deux formes principales, la *substance compacte* et la *substance spongieuse*. La première n'est tout à fait compacte qu'en apparence, car déjà à l'œil nu on y distingue des canaux étroits, qui la parcourent en différents sens, et l'inspection microscopique fait voir un nombre considérable d'autres canalicules, plus petits. Ces *canalicules vasculaires* ou *de Havers* (*canalicules médullaires* des auteurs) manquent presque complétement dans la substance spongieuse, où ils sont remplacés par des cavités plus grandes, arrondies ou oblongues, visibles sans le secours d'aucun instrument grossissant, et remplies par de la moelle (dans quelques os par des veines ou des nerfs,

açon) : c'est ce qu'on appelle les *espaces* ou *cellules médullaires* (*cancelli*, *ulæ medullares*). Les cellules médullaires communiquent toutes entre s, et ne sont séparées les unes des autres que par des cloisons incomtes fort minces qui, sous la forme de *fibres*, de *lamelles* ou de *trabécules*, versent en tous sens la substance osseuse raréfiée, et lui donnent l'apence d'un réseau. Ces cavités ont-elles une certaine étendue, la stance osseuse prend le nom de *substance cellulaire;* sont-elles, au conre, moins considérables, on l'appelle *substance réticulée*. Cette dernière, l'étroitesse de ses cavités et le volume des cloisons osseuses, se rapche quelquefois de la substance compacte, sans toutefois se confondre c elle ; d'autres fois, elle passe au tissu compacte par des transitions ensibles, ce qui dépend tout simplement d'une circonstance que nous connaître l'histoire du développement, c'est-à-dire de ce que très-souit la substance spongieuse résulte de la résorption partielle de la subnce compacte, et que, d'autre part, la substance compacte peut proler également de la substance spongieuse. L'une et l'autre substance contribuent pas également à la formation de tous les os et de leurs erses parties. Il est peu de régions où la substance compacte existe le, sans canaux vasculaires; cela se voit cependant dans la lame paracée de l'ethmoïde, dans quelques portions de l'os lacrymal et du latin, etc. On rencontre plus souvent la substance compacte avec des nalicules vasculaires, mais sans tissu spongieux : c'est ce qui existe, ez beaucoup d'individus, dans les régions les plus minces de l'omoplate, l'os iliaque, de la cavité cotyloïde, des os plats du crâne (grandes et tites ailes du sphénoïde, portion orbitaire de l'os frontal, etc.). On ouve du tissu spongieux recouvert d'une lame de substance compacte, ns canalicules vasculaires, dans les osselets de l'ouïe, dans tous les os rvêtus de cartilage, peut-être aussi dans les petits os spongieux. Tous s autres os, c'est-à-dire leur plus grand nombre, présentent les deux ubstances réunies, mais de telle sorte que tantôt la substance spongieuse emporte en quantité (os spongieux, portions spongieuses), comme dans s vertèbres, les os de la main et du pied; tantôt, au contraire, c'est la ubstance compacte, comme dans la diaphyse des os longs; et tantôt afin les deux substances existent en quantités sensiblement égales, omme dans les os plats.

§ 83. **Structure du tissu osseux.** — Le tissu osseux est constitué par e *substance fondamentale* dense, en général vaguement stratifiée, traersée par des canalicules vasculaires, et creusé d'une multitude de petes cavités microscopiques, appelées *cavités osseuses* (*corpuscules osseux* des teurs), lesquelles sont pourvues de prolongements tubulés très-fins, les *nalicules osseux*, et renferment des cellules spéciales, également munies prolongements, les *cellules osseuses*.

Les *canalicules vasculaires* des os, ou *canaux de Havers*, *canaliculi vascui s. Haversiani* (canalicules médullaires des auteurs), sont des canaux

plus ou moins fins, de 9 à 400 μ de largeur (en moyenne 22 à 110 μ) à l'exception des régions mentionnées plus haut, existent partout c

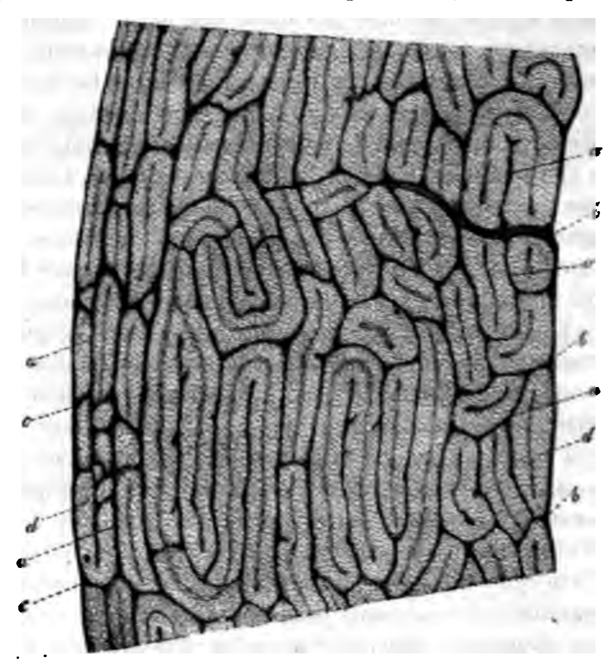


FIG. 130.

a de la substance osseuse compacte, et y forment un réseau à l mailles, analogue à celui des vaiss capillaires. Dans les *os longs*, que dans les côtes, la clavicule, l bis, l'ischion, la mâchoire inféri leur trajet est, en général, par à l'axe longitudinal de l'os; leur tement, sur une coupe horizo ou verticale, varie entre 140 et 3 et ils communiquent tous ense par de petites branches perpen laires ou obliques qui, sur une tion transversale, affectent la d tion des rayons ou celle des tangentes. Il résulte de cette dispo

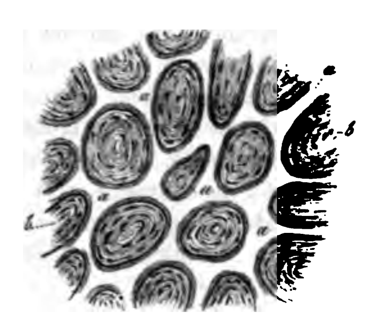


FIG. 131.

FIG. 130. — Portion d'une tranche horizontale de la diaphyse du fémur, provenan jeune homme de dix-huit ans. — Grossissement de 25 diamètres. — *a*, canaux de H *b*, leur embouchure dans le canal médullaire; *c*, leur ouverture à la surface de l'os; d stance osseuse et cavités osseuses. On ne voit ici aucune coupe transversale des cana vasculaires ni des lamelles de la substance fondamentale.

FIG. 131. — Canalicules de Havers des couches superficielles d'un fémur pris sujet de dix-huit ans et traité par l'acide chlorhydrique. — Grossissement de 60 diam — *a*, canalicules; *b*, substance osseuse et cavités osseuses.

ite, et des anastomoses dans la direction des rayons; chez le fœtus le développement complet (encore à seize ans, chez l'homme), ns transversales des os ne présentent point de canalicules coupés s, si bien que l'os tout entier semble formé de couches épaisses, ı étendues, dont chacune, examinée de près, appartient à deux es. Cette division en deux moitiés est indiquée, dans chaque par une ligne de démarcation très-pâle.

es *os plats*, un très-petit nombre de canalicules sont dirigés dans le l'épaisseur de l'os; la plupart sont parallèles aux surfaces de er, et partent d'un point central (bosse pariétale, frontale, angle r et antérieur du frontal, portion articulaire de l'os iliaque) pour r de là en forme de pinceaux ou d'étoiles; rarement on les voit tous parallèlement entre eux, si ce n'est dans le sternum. — *os courts*, enfin, c'est également, le plus souvent, une direction le qui l'emporte sur toutes les autres. Dans le corps des vertèbres, direction verticale; dans la racine de la main et du pied, c'est l'axe longitudinal du membre, etc. Il est à remarquer, cependant, s certaines apophyses volumineuses des os courts, comme, par , dans les apophyses des vertèbres, la direction des canalicules e celle qu'ils affectent dans le corps de l'os : c'est ainsi que les es styloïde, coracoïde, etc., se comportent, à cet égard, comme s os longs. Les lamelles, fibres et trabécules de la *substance spon-* e contiennent quelques rares canalicules vasculaires que là où quièrent une certaine épaisseur.

ıe les canalicules de Havers renferment des vaisseaux, ils s'ou- certains points, et cela : 1° à la surface externe des os, et 2° dans

laire qui se continue, sur ses limites, avec des vaisseaux plus volumineux.

Partout où la substance compacte et la substance spongieuse se touchent, comme dans les extrémités des diaphyses et au pourtour des épiphyses, les canalicules vasculaires se continuent avec des espaces médullaires plus ou moins larges, tantôt sans aucune transition, tantôt en s'élargissant graduellement en forme d'entonnoir. Dans ce dernier cas, il est impossible de saisir une limite bien nette entre les canalicules et les espaces médullaires. Je n'ai jamais rencontré de canalicules vasculaires terminés en cul-de-sac; mais il est certain qu'ils forment dans quelques régions, et même à la superficie, des réseaux assez étendus qui ne communiquent pas avec l'extérieur; c'est ce qui doit avoir lieu partout où la substance compacte ne reçoit point de vaisseaux, ou n'en reçoit que très-peu, comme *au niveau des insertions d'un grand nombre de tendons et de ligaments*, *au-dessous de certains muscles* (insertions pariétales du muscle temporal).

Sous le nom d'*espaces de Havers* (*Haversian spaces*), Tomes et de Morgan décrivent les cavités irrégulières qui, dans les jeunes os, résultent d'une résorption de substance osseuse déjà formée, cavités qui, au lieu de lamelles simples, sont limitées par un certain nombre de systèmes de lamelles plus ou moins détruites, et qu'on rencontre à tous les âges (*loc. cit.*, p. III, pl. VI, fig. 2-4). Si plus tard ces cavités se remplissent de nouveau de substance osseuse et se transforment en un nouveau système de lamelles, la configuration extérieure de ce système sera irrégulière, comme le représente notre figure 133, et comme, en effet, on l'observe très-souvent.

§ 84. **Substance fondamentale des os.** — La substance fondamentale des os est stratifiée; les lamelles osseuses, *laminæ ossium* (fig. 132), visibles sur de simples tranches, sont surtout appréciables sur des os qui ont été privés de leurs sels calcaires, exposés à l'air depuis longtemps ou calcinés. On voit, dans ces cas, la substance osseuse se séparer couche par couche, et, sur des os dépouillés de leurs sels calcaires, on peut démontrer les lamelles avec la pince. Dans la portion moyenne des os longs, ces lamelles constituent deux systèmes distincts : un *système général*, parallèle aux surfaces interne et externe de l'os, et une foule de *systèmes spéciaux*, qui entourent les divers canalicules de Havers. En beaucoup d'endroits, ces deux espèces de lamelles se continuent directement les unes avec les autres; mais presque partout elles sont simplement juxtaposées, ce qui permet de les considérer comme complétement séparées. L'histoire du développement justifie en partie cette manière de voir.

Les *lamelles des canalicules de Havers* (fig. 132, *c*; fig. 133, *b*) entourent concentriquement, mais non toujours complétement, ces canalicules dont elles forment les parois; elles sont plus ou moins nombreuses, et se *continuent partout entre elles*, à peu près de la même manière que les diverses couches qui composent la paroi des vaisseaux d'un certain volume. Le nombre des lamelles appartenant à un même canalicule et leur *épaisseur totale* varient considérablement. On peut dire, d'une manière

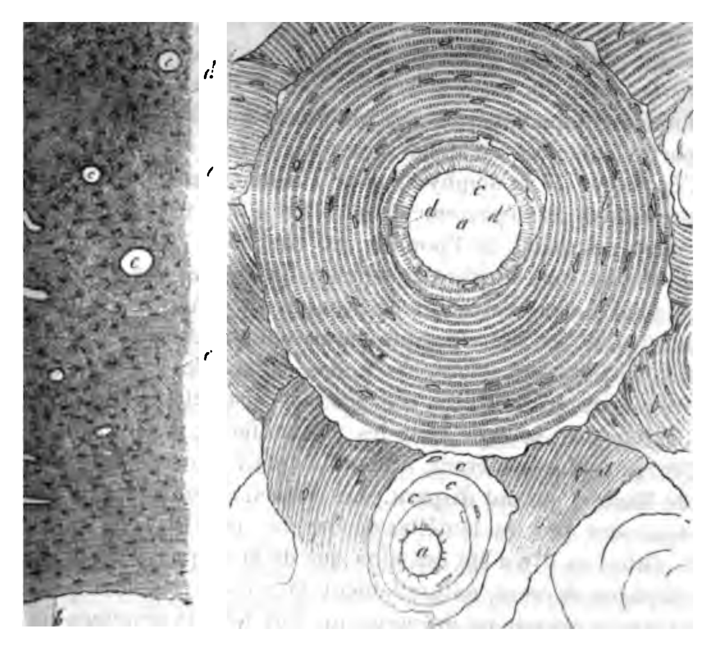


FIG. 132. FIG. 133.

parois ayant moins de 18 à 45 μ, ni plus de 180 à 225 μ.
s lamelles varie entre 4,5 et 11 μ, et comporte, en moyenne,
nombre est habituellement de 8 à 15, mais peut descendre
, ou s'élever à 18 et 22.

Fragment d'une tranche horizontale prise sur un métacarpien de l'homme :

Les lamelles des canalicules de Havers accompagnent ces cana jusqu'à la surface interne et externe des diaphyses, où elles s'ur aux lamelles générales, ou *lamelles fondamentales*, que nous avon mentionnées (fig. 132). Quand ces lamelles fondamentales sont bien loppées, ce qui n'a pas lieu dans tous les os, elles forment une *externe* et une *couche interne*, mais pénètrent aussi dans l'épaisseur diaphyse, entre les divers systèmes de lamelles de Havers. Les deu mières couches, *couches fondamentales interne et externe*, sont paral la surface interne et à la surface externe de l'os, et varient, quant épaisseur, entre 45 et 670 μ, et même 90 μ, sans qu'on puisse fix règle générale à cet égard. Quant aux lamelles fondamentales in *tielles*, on peut les voir très-facilement dans les points où les la fondamentales superficielles ont un certain développement; d'abord partiellement et parallèles à ces dernières, elles pénètrent ensuite l'épaisseur de la diaphyse, pour s'insinuer entre les autres lamell présentant une épaisseur de 45 à 250 μ (fig. 132, *d*). Au sein de la stance compacte de l'homme, au contraire, les systèmes de canal de Havers sont d'ordinaire tellement serrés les uns contre les autres, ne peut y avoir entre eux de groupes spéciaux de lamelles, et ceux sur des coupes transversales, paraissent être parallèles à la surface, a tiennent presque toujours à des canalicules dirigés horizontales Rarement on y trouve des groupes distincts de lamelles interstiti comme c'est la règle chez les mammifères; il est vrai que Tomes Morgan les considèrent, non sans motif, comme des restes de syst de Havers, qui ont disparu. Les lamelles fondamentales ont la épaisseur que les lamelles de Havers; leur nombre varie entre 10 à

Jusqu'ici il n'a été question que de la diaphyse des os longs. Dan *épiphyses de ces os*, naturellement la mince couche superficielle de stance compacte ne présente que fort peu de systèmes de canalicul Havers; ceux qui y existent ont, du reste, la même disposition que tout ailleurs. Les lamelles fondamentales externes sont peu nombre les internes manquent totalement, par suite de l'existence de la subst spongieuse. Celle-ci nous offre quelques rares canalicules de Haver autour d'eux des systèmes de lamelles ordinaires, mais de peu d'é seur; le reste est constitué par un tissu lamelleux ou fibreux, suiva constitution du réseau osseux, et qui, en général, suit un trajet para aux contours des cavités et cellules médullaires. La même dispositio retrouve dans l'intérieur des *os plats* et *courts*, dont l'écorce compact diffère de celle des os longs qu'en ce que les lamelles fondamentales ment, dans les os plats, des feuillets parallèles à leurs deux surf L'épaisseur des lamelles fondamentales des os du crâne (pariétal) est quefois la même sur les deux faces de l'os, c'est-à-dire de 180 à 36 d'autres fois, elles manquent complétement, par places, dans certi régions vasculaires, et alors les lamelles de Havers atteignent presqu surface de l'os.

ivement à la *structure intime des lamelles osseuses*, sur des tranches
ées, polies et suffisamment minces, surtout sur des tranches trans-
, on voit, abstraction faite des cavités osseuses et des canalicules
que les lamelles, sans être plus distinctes que d'habitude, présen-
général, un pointillé très-fin, mais très-net, et que récemment
t Gerlach ont regardé, mais à tort, comme résultant des canali-
upés en travers. Il suit de là que tout le tissu osseux paraît granu-

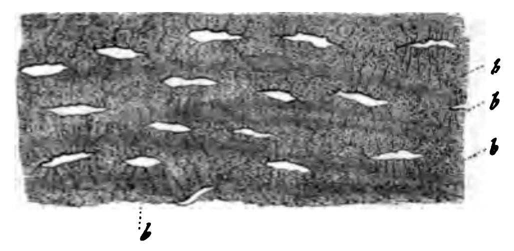


FIG. 134.

composé de molécules isolées, pâles, très-serrées, mesurant 0,4 μ
iètre (fig. 134). Vient-on à ajouter à une tranche osseuse un peu
u une légère solution de sucre ou d'albumine, elle prend un aspect
présente probablement pendant la vie : les lamelles (sur des coupes
es ou horizontales) deviennent généralement très-nettes, et leur
granuleux des plus évidents, quoique moins nettement prononcé
ravant. Elles montrent, en effet, outre le pointillé, de petites
âles, très-rapprochées, qui naissent des ramifications remplies de
des cavités osseuses, et qui parcourent en divers sens le tissu
dont le dessin devient ainsi plus compliqué. De plus, chaque
semble formée de deux couches, dont l'une est pâle et homogène,
re plus foncée et granuleuse ; c'est principalement cette dernière
sente des stries. Lorsque toutes ces particularités sont nettement
ées, il en résulte une image extrêmement élégante, qui rappelle
e de certains calculs urinaires (fig. 133). Une fois qu'on a pris con-
ce de ces faits sur des tranches osseuses humides, on réussit quel-
à en retrouver des traces sur des préparations sèches. Sur des os
par l'acide chlorhydrique, les coupes transversales ou verticales ne
ent que des granulations et des stries peu distinctes (ces dernières
nent des canalicules osseux); mais la structure lamelleuse y est
dente, et le plus souvent on reconnaît deux couches dans chaque
; cependant ces deux couches sont beaucoup moins nettement
ées que dans la figure 133. Sur des coupes horizontales, la sub-
osseuse semble quelquefois parfaitement homogène et sans trace

34. — Fragment d'une tranche perpendiculaire d'un pariétal, à un grossissement
mètres. — *a*, lacunes pourvues de prolongements pâles, visibles en partie seule-
mplies de liquide, comme à l'état frais ; *b*, substance fondamentale granuleuse. Les
triées indiquent les limites entre les lamelles.

de granulations; d'autres fois, elle présente un aspect vaguement gran leux, un petit pointillé (Deutsch), et de plus des stries longitudinales q lui donnent une apparence fibreuse. Effectivement Sharpey soutient q les os sont composés de fibrilles entrecroisées, et j'ai vu chez lui des p parations qui démontrent ce fait d'une manière très-nette. En outre, cartilage osseux, celui de la substance compacte principalement, par formé de grosses fibres, qui peut-être proviennent des faisceaux fibreux blastème primitif. Mais il faut éviter de prendre pour des fibres les sectio longitudinales des lamelles.

Lorsqu'on écrase des os calcinés, on obtient, suivant Tomes, de pet grains anguleux, dont le diamètre est $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{6}$ de celui des corpuscules sa guins de l'homme, de $\frac{1}{6000}$ à $\frac{1}{14000}$ de pouce, d'après Todd-Bowman. C grains deviennent également très-visibles sur des os qu'on fait bouil dans la marmite de Papin. En rapprochant de ces faits l'aspect granule des os frais, sur lequel Tomes et Todd-Bowman ont également attiré l'a tention, l'égalité de volume de ces granulations et de celles qu'a figuré Tomes; enfin, cette circonstance, que des os traités par l'acide chlorh drique ou calcinés présentent une substance complétement homogè sans interstices, on est conduit à admettre que le tissu osseux consiste un mélange intime de composés inorganiques et de composés organiqu affectant la forme de fines granulations étroitement unies entre elles.

D'après Tomes et de Morgan, plusieurs systèmes de lamelles de Havers sont qu quefois entourés complétement de lamelles communes, et forment un système co posé (*loc. cit.*, pl. VI, fig. 5). En l'année 1856, Sharpey a décrit (*Quain's Anato* 6e édit., p. 120) dans les os de l'homme et des mammifères, sous le nom de *fib perforantes* (*perforating fibres*), des fibres particulières qui traversent perpendicu rement les lamelles osseuses, qui, sur des os traités par l'acide chlorhydrique, pe vent être isolés dans une assez grande longueur par la dilacération des lamelles, qui alors se présentent sous la forme de faisceaux de diverses longueurs, g

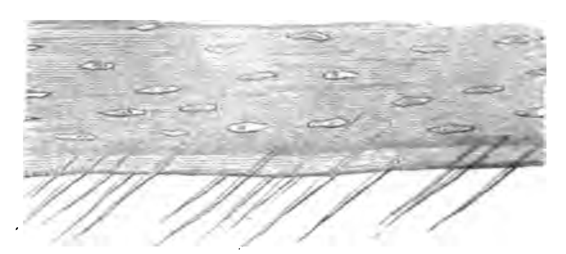


FIG. 135.

néralement terminés en pointe. Ces éléments, que j'appellerai *fibres* de Sharp sont faciles à démontrer, et tout récemment H. Müller les a mieux fait connaître c l'homme et chez les mammifères (*loc. cit.*); moi-même j'ai fait voir qu'ils sont tr

FIG. 135. — Quelques lamelles osseuses du fémur du lièvre, présentant des fibres Sharpey, qui ont été extraites des lamelles sous-jacentes. On reconnaît que ces fibres se p longent dans les lamelles. — Le contenu des cavités osseuses n'est pas représenté. Pi traitée par l'acide chlorhydrique. — Grossissement de 350 diamètres.

pandus chez les poissons et qu'ils existent également chez les amphibies. Pour plus détails, voyez nos deux mémoires, ainsi qu'une notice de Lieberkühn (*Berl. Motsber.*, 1861, p. 517). Je ferai remarquer seulement ici que, d'après mes observans, les fibres de Sharpey sont des *faisceaux de tissu conjonctif* plus ou moins comtement incrustés de sels calcaires, et qui se continuent avec des faisceaux de tissu njonctif du périoste. Sur des tranches d'os, on voit quelquefois à la place de ces res des canalicules irréguliers et des pinceaux de ces canalicules qui ont été déts par Williamson comme des formations tout à fait spéciales, sous le nom de *lepie tubes*, et qui ne sont autre chose que des cavités résultant de la dessiccation de res de Sharpey, incomplétement ou non incrustées. Chez l'homme, d'après Müller, fibres de Sharpey ne se rencontrent que dans les dépôts périostiques, et encore ur nombre est-il fort variable, de sorte qu'il est évident que leur importance n'est s très-grande. — Leur longueur atteint, chez l'homme, jusqu'à 3mm, et leur épaisur est généralement de 2 à 5 μ, mais peut s'élever jusqu'à 15 μ (H. Müller). Dans rtains cas, ces fibres ont présenté à H. Müller et à Marer la constitution chimique tissu élastique.

§ 85. **Cavités osseuses et canalicules osseux** (*lacunæ et canaliculi ssium*).— Sur une tranche sèche d'un os, on voit une foule de corpusules microscopiques de la forme d'une graine de courge, distribués dans oute la substance osseuse et dans toutes les lamelles; ces corpuscules, d'où partent un grand nombre de prolongements très-fins, ramifiés et quelquefois anastomosés, doivent leur couleur foncée (blanche à la lumière directe), non à des dépôts de sels calcaires, comme on l'avait cru précédemment, erreur qui leur avait fait donner le nom de *corpuscules sseux*, *corpuscules calcaires*, mais simplement à l'air qu'ils renferment. Sur les os frais, on trouve dans chaque cavité osseuse une *cellule* trèsdélicate (protoblaste), qui la remplit tout entière, et qui contient une substance transparente avec un noyau. Chaque cellule envoie, dans les canalicules osseux, des *prolongements* très-fins, qui s'anastomosent avec les prolongements analogues des cellules voisines. Ces cellules, que j'appellerai *cellules osseuses de Virchow*, en l'honneur de l'anatomiste qui les a vues le premier, ont une grande importance physiologique, comme nous le verrons plus bas.

Bien que les cellules de Virchow soient la partie la plus importante, il sera cependant plus particulièrement question, dans la description suivante, des cavités qui les renferment, parce que, sur les os qu'on examine habituellement, ces dernières sont presque les seules qui sautent aux yeux. Ce sont des espaces oblongs, aplatis, qui ont, en moyenne, 22 à 52 μ de longueur, 6 à 14 μ de largeur, et 4 à 9 μ d'épaisseur. De leurs bords, et surtout de leurs faces, partent un grand nombre de canalicules très-ténus, ayant 1,1 à 1,8 μ de diamètre : ce sont les *canalicules osseux*, dont nous avons déjà parlé (fig. 136, 137 et 138). Les cavités osseuses sont également abondantes dans les deux systèmes de lamelles que nous avons décrits, et tellement rapprochées les unes des autres, que Harting (*loc. cit.*, p. 78) évalue leur nombre à 709-1120 par millimètre carré, c'est-à-dire à 910 en moyenne. Elles occupent le plus souvent l'épaisseur

des lamelles, quelquefois aussi leurs intervalles; toujours leurs f
parallèles aux surfaces des lamelles. Les *canalicules* auxquels e
nent naissance, traversent la substance osseuse dans toutes les di
dans leur trajet irrégulier et souvent curviligne, ils émettent
breuses ramifications. Le plus grand nombre de ces canalicules
deux faces des cavités osseuses, pour traverser directement les
ou des deux pôles, pour se diriger parallèlement aux canalicul

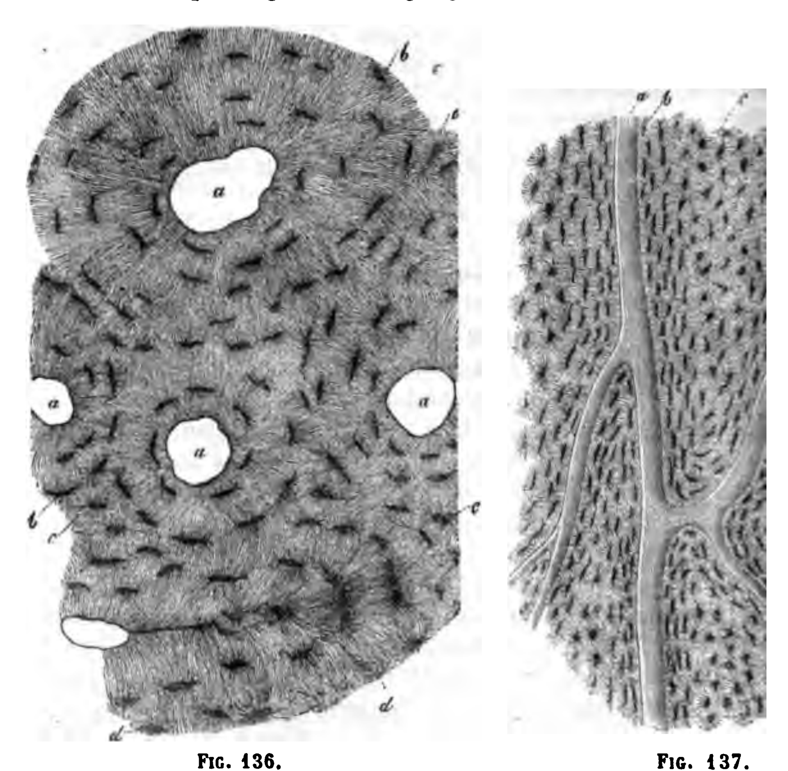


FIG. 136. FIG. 137.

vers. Ce n'est que dans des régions très-limitées qu'ils se *ter*
cul-de-sac; partout ailleurs ils communiquent diversement, soit
cavités voisines, soit avec les canalicules vasculaires, soit avec
médullaire ou les espaces médullaires de la substance spongieu
ques-uns, enfin, s'ouvrent librement à la surface de l'os. De l

FIG. 136. — Portion d'une tranche horizontale de la diaphyse de l'humé
350 fois. — *a*, canalicules de Havers; *b*, cavités osseuses avec leurs canaux, d
seur des lamelles de la substance osseuse; *c*, cavités osseuses des lamelles int
d, cavités superficielles des systèmes de Havers, ne montrant de prolongemen
seul côté.

FIG. 137. — Tranche superficielle prise sur la diaphyse du fémur de l'homi
sement de 500 diamètres). — *a*, canalicules vasculaires; *b*, cavités osseuses vu
et appartenant aux lamelles de ces canalicules; *c*, cavités vues de face, apparte
lamelles parallèles à la surface de la coupe.

stème continu de cavités et de canalicules, répandu dans toute la sub- de l'os, et servant à distribuer, par l'intermédiaire des cellules de low qu'ils renferment, les sucs nutritifs fournis par les vaisseaux à s les parties du tissu osseux, même le plus compacte.

s cavités osseuses et leurs canalicules ne se comportent pas exacte- de la même manière dans toutes les parties d'un os. *Dans les sys- de lamelles des canalicules de Havers*, les cavités allongées décrivent ourbe concentrique au canalicule, et leurs nombreux prolongements uisent l'apparence de stries rayonnantes très-serrées, ayant le canal ulaire pour centre (fig. 136). Les cavités sont tantôt extrêmement oreuses, et tantôt plus rares. Dans le premier cas, elles alternent en ral entre elles, ou bien elles sont disposées les unes derrière les autres la direction des rayons du système lamellaire. Quelquefois elles n'af- nt aucun ordre apparent, et sont réunies en groupes (voy. la portion ieure de la fig. 136) ou séparées par des intervalles assez considé- s. Sur des coupes horizontales ou longitudinales (fig. 137), lorsque ction a passé par le milieu d'un canalicule de Havers, les cavités os- s se présentent sous l'aspect de corpuscules étroits, allongés, dis- s en séries longitudinales et multiples, parallèles aux canalicules; paraissent pourvues d'un grand nombre de prolongements, qui se nt, en général, en dedans ou en dehors, perpendiculairement, par iquent, aux lamelles, rarement suivant l'axe longitudinal des cana-

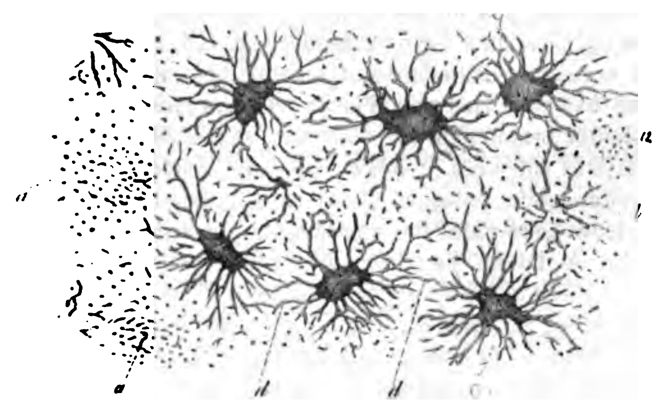


FIG. 138.

es. Si, au contraire, la section a intéressé la superficie d'un système llaire, les cavités osseuses sont vues de face, et présentent une forme élégante, arrondie ou ovalaire (fig. 137, *c*, et 138), à contours irrégu- , avec une touffe de prolongements, qui, se dirigeant vers l'observa-

. 138. — Cavités osseuses du pariétal vues de face, avec leurs canalicules osseux issement de 450 diamètres). — Les petits points qu'on voit sur les cavités ou entre elles sentent des canalicules coupés en travers, ou les embouchures de ces derniers dans les s. — *aaa*, groupes de canalicules coupés en travers, dont chacun appartient à une détruite par le polissage de la lame osseuse.

teur, se montrent plus ou moins en raccourci, et un petit nombre d'autres qui s'étendent horizontalement. Çà et là on voit aussi, dans les portions les plus minces d'une tranche, un groupe de canalicules osseux coupés en travers et séparés de la cavité à laquelle ils appartiennent; ce qui fait paraître la tranche criblée de trous (fig. 138, *a*). Tous les prolongements qui partent de la face interne des lacunes les plus centrales des systèmes de Havers se dirigent vers le canalicule vasculaire, avec lequel elles s'abouchent, comme on peut s'en assurer sur des tranches très-fines, perpendiculaires ou transversales, d'un os rempli d'air, et sur les parois du canal médullaire coupé dans le sens de la longueur. Les bords et la face externe de ces lacunes fournissent d'autres canalicules, qui, peut-être, se terminent quelquefois en cul-de-sac, mais qui, en général, s'anastomosent avec ceux des lacunes voisines, des lacunes externes surtout. Comme toutes ces cavités communiquent également entre elles, il en résulte un réseau de lacunes et de canalicules qui s'étend jusqu'aux lamelles les plus externes d'un même système, pour s'y terminer, ou s'unir au réseau d'un système voisin ou des lamelles intermédiaires. Dans le premier cas (fig. 136, *d*), tous les prolongements des lacunes, ou du moins les plus longs, se dirigent en dedans, c'est-à-dire vers le canalicule de Havers, destiné à fournir le liquide nourricier de tout le système.

Dans la substance osseuse interstitielle, entre les systèmes de Havers, les cavités osseuses, toujours peu nombreuses, souvent réduites à 1-3 lorsque cette substance est peu abondante, sont disséminées irrégulièrement et affectent en général une forme arrondie (fig. 136, *c*); lorsque cette substance est nettement lamelleuse et en quantité plus considérable, les cavités sont disposées avec plus d'ordre, et leurs faces sont parallèles aux lamelles. Leurs prolongements s'unissent entre eux et établissent des communications entre ces cavités et celles des systèmes voisins. *Dans les lamelles fondamentales* externes et internes, enfin, toutes les cavités osseuses ont leurs faces parallèles aux lamelles, et dirigées par conséquent en dedans ou en dehors. Sur des coupes transversales, elles ressemblent parfaitement à celles des systèmes de Havers, si ce n'est qu'elles ne sont que peu ou point recourbées, à moins qu'on ne les observe sur les plus petits des os longs. Les coupes longitudinales ou parallèles à la surface des os se comportent comme nous l'avons dit plus haut, avec cette restriction, cependant, qu'ici on voit de face un plus grand nombre de cavités réunies, et qu'on observe plus souvent cet aspect criblé qui donne à la substance osseuse une grande analogie avec certaines sections d'une dent (fig. 138). Les canalicules de ces lamelles s'anastomosent entre eux à la manière ordinaire, ou bien s'ouvrent à la surface interne ou externe de l'os (fig. 139). Là où les os reçoivent les insertions des tendons et des ligaments, les canalicules des cavités osseuses les plus superficielles communiquent peut-être avec les cellules conjonctives voisines, ou se terminent en cul-de-sac. Toujours est-il que telles sont les connexions qu'on observe dans les portions d'os recouvertes de cartilage (extrémités articu-

laires, côtes, surfaces du corps des vertèbres, etc.). Dans les trabécules, fibres et lames de la *substance spongieuse*, les cavités osseuses affectent toutes les directions possibles; leur axe longitudinal est cependant, en général, dirigé dans le sens de celui des fibres, trabécules, etc., tandis que leurs faces sont tournées vers les espaces médullaires. Là aussi elles sont unies

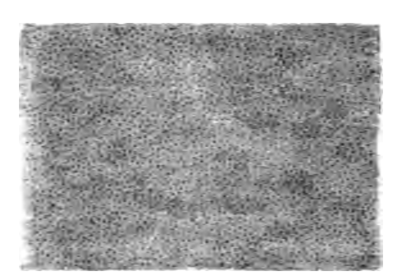



Fig. 139.

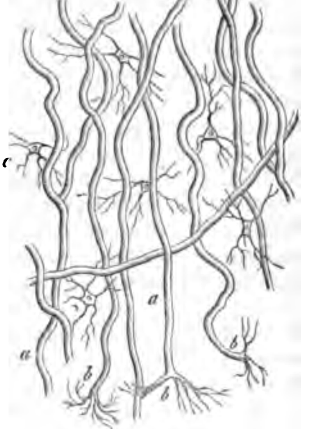


Fig. 140.

entre elles par leurs canalicules, dont les plus superficiels s'ouvrent directement dans l'espace médullaire.

Nous avons trouvé, Donders et moi, que le *contenu des cavités osseuses* est un liquide transparent, probablement visqueux (cytoplasme), avec un noyau de cellule. En effet, sur un os privé de ses sels calcaires, et que l'on fait bouillir pendant une à trois minutes dans l'eau ou dans la soude caustique, les noyaux deviennent quelquefois très-évidents; ou bien il apparaît des corpuscules foncés, que l'on doit regarder comme le contenu cellulaire rétracté sur le noyau et comme l'analogue des corpuscules de cartilage. Plus tard, Virchow (voy. *Würzb. Verh.*, I, n° 13) découvrit qu'en ramollissant les os dans l'acide chlorhydrique, on pouvait isoler des corpuscules étoilés dont la forme est exactement celle des cavités osseuses, avec leurs prolongements. Il considère ces corpuscules comme les véritables cellules de tissu osseux, et les range à côté des corpuscules de tissu conjonctif. Plus récemment ces corpuscules étoilés des os furent soumis à une vérification minutieuse, et il fut établi, notamment par les recherches de E. Neumann, que l'opinion émise d'abord par Fürstenberg, d'après laquelle les corpuscules isolés par Virchow ne sont autre chose que la couche la plus interne de la substance fondamentale qui entoure les cavités osseuses, que cette opinion est exacte. La meilleure preuve qu'il en est ainsi, c'est que, après avoir fait bouillir un os dans la potasse caustique, on peut encore mettre en évidence les corpuscules en question au moyen de l'acide chlorhydrique et de l'acide nitrique. Or, d'après tout ce que nous savons, il n'est point une seule membrane de cellule, chez un animal supérieur, et de tous les tissus, le tissu élastique est le seul qui résiste à un tel traitement. Donc, à moins d'admettre que les protoblastes contenus dans les cavités osseuses ont des enveloppes constituées comme le tissu élastique, hypothèse

Fig. 139. — Petite portion de la surface du tibia du veau, vue par sa face externe. — (grossissement de 350 diamètres). Les petits points sont les orifices des canalicules osseux; les grosses taches obscures et irrégulières qui apparaisent par transparence dans la profondeur, sont les cavités osseuses auxquelles appartiennent ces canalicules.

Fig. 140. — Cellules (capsules) osseuses isolées au moyen de l'acide chlorhydrique, et formations analogues aux fibres dentaires, tirées des écailles du *Lepidosteus* (grossissement de 350 diamètres).

sans aucun fondement, il ne reste plus qu'à se ranger à l'opinion de Fürstenberg et de Neumann.

Quant au *contenu* des corpuscules étoilés, auxquels on peut conserver le nom de *cellules osseuses* de Virchow, ou donner celui de *capsules osseuses*, les avis sont encore partagés. Je considère tout ce qui est renfermé dans une cavité osseuse et ses prolongements, ou dans une capsule osseuse, comme un *protoblaste;* mais comme nous n'avons aucun moyen d'isoler ces protoblastes, dépouillés de leur capsule, il me paraît impossible de préciser davantage leur mode de conformation. Ils peuvent être constitués tantôt par du cytoplasme solide, tantôt par du cytoplasme plus mou, peut-être même, dans certains cas, sont-ils transformés partiellement en une substance fluide. Les capsules elles-mêmes peuvent être considérées comme les analogues des capsules de cartilage, ou comme une portion condensée de la substance fondamentale. Dans les deux cas, leur production devrait être attribuée aux protoblastes osseux, attendu que la substance fondamentale, en tant que substance intercellulaire, leur appartient. Mais dans la première hypothèse, leurs connexions avec les protoblastes seraient plus intimes, et il faudrait les considérer comme de véritables membranes de cellule. Je donnerai donc provisoirement la préférence à la première hypothèse, surtout parce que, sur les os rachitiques, il naît des capsules osseuses étoilées dans l'intérieur de certaines capsules de cartilage. Les capsules osseuses entourées d'une sorte de capsule épaisse, qu'on peut isoler dans le cément du cheval, semblent venir à l'appui de cette manière de voir.

Tomes et de Morgan décrivent des canalicules spéciaux dans les lamelles superficielles des os; ce sont de longs tubes qui, réunis en faisceaux ou isolés, se dirigent plus ou moins obliquement de la surface vers la profondeur de l'os; ceux qui ont une certaine longueur, sont quelquefois coudés une ou deux fois à angle aigu. Ces canalicules, qui ne sont pas précisément très-communs, et que je connais d'après les préparations de ces auteurs, auraient, suivant eux, des parois propres et seraient en communication avec les canalicules osseux; quant à moi, ils me paraissent devoir être rangés sur la même ligne que les canalicules du cément qui seront figurés plus loin. D'après H. Müller, ce seraient des *perforating fibres* non envahies par des incrustations calcaires. Les mêmes auteurs décrivent sous le nom de *cellules osseuses ossifiées* des cavités entourées de capsules ossifiées, et analogues à celles du cément de la dent de cheval. On les rencontrerait particulièrement dans les os des vieillards, et après avoir ramolli ces os, on les trouverait en foule dans les cavités médullaires, sous la forme d'une poudre blanche; mais ils ne feraient pas non plus complétement défaut chez les jeunes gens (*loc. cit.*, pl. VII, fig. 5), sur des os de jeunes animaux dépouillés de leurs sels calcaires au moyen de l'acide chlorhydrique. Harting trouve, dans les tranches minces, des fibres-cellules spéciales (cellules osseuses, *moi*), à 2-4 prolongements, qui relient entre elles les lamelles superficielles des systèmes de Havers voisins, et qui ont des sections formant des cavités allongées remplies d'air. (His, *Mikr.*, IV, p. 289, pl. III, fig. 44.)

§ 86. **Périoste.** — Parmi les parties molles des os, le périoste est l'une des plus importantes; il consiste en une membrane extensible, vasculaire, plus ou moins transparente, légèrement brillante ou d'un blanc jaunâtre, laquelle recouvre la plus grande partie de la surface des os. Les vaisseaux nombreux qui occupent l'épaisseur du périoste donnent à cette membrane une grande importance dans la nutrition des os. Tant que les os grandissent, c'est le périoste, dont les couches internes végètent et s'ossifient sans cesse, qui produit l'accroissement de l'os en épaisseur, et chez l'adulte il fonctionne comme couche ostéogène, au moins à l'état pathologique.

La constitution du périoste n'est pas la même partout. Il est épais, opaque, d'un brillant tendineux, là où il n'est recouvert que par la peau, et dans les points où il se continue avec des parties fibreuses, telles que ligaments et tendons, aponévroses, dure-mère cérébrale, etc. Il est mince et transparent, au contraire, là où il donne naissance à des fibres musculaires directement, sans l'intermédiaire des tendons, ou sur la diaphyse des os, dans les points où les muscles reposent simplement sur les os, sur la face externe du crâne (péricrâne), dans le canal vertébral, dans l'orbite. Dans les régions où les os sont recouverts par des membranes muqueuses, le périoste se trouve intimement confondu avec le tissu conjonctif de la muqueuse, si bien qu'il est impossible de séparer ces deux membranes l'une de l'autre, et qu'elles constituent un seul et unique revêtement, tantôt assez épais (voûte palatine, cavités nasales, cavités alvéolaires), et tantôt plus mince (sinus maxillaire, cavité tympanique, cellules ethmoïdales).

L'adhérence entre le périoste et les os est tantôt assez faible, et résulte d'une simple juxtaposition et des vaisseaux très-délicats qui, de cette membrane, pénètrent dans l'os; tantôt l'adhérence est intime, et déterminée par des vaisseaux et nerfs volumineux, et par un grand nombre de tractus fibreux. La première disposition appartient surtout au périoste mince qui recouvre la substance compacte, comme sur la diaphyse des os, à l'intérieur et à l'extérieur de la voûte crânienne, aux sinus crâniens; la seconde disposition est propre au périoste épais qui recouvre des lames peu épaisses de substance compacte, comme, par exemple, sur les épiphyses, sur les os courts, à la voûte palatine, à la base du crâne.

En ce qui concerne la *structure* du périoste, on remarque presque partout (à l'exception toutefois des points où les muscles naissent directement du périoste) que cette membrane est formée de deux couches, qui, il est vrai, adhèrent fortement entre elles, mais qu'on peut néanmoins distinguer plus ou moins nettement l'une de l'autre. La couche externe est principalement composée de tissu conjonctif, renfermant çà et là quelques cellules adipeuses; elle est le principal siége des vaisseaux et nerfs du périoste. Dans la couche profonde, on remarque des fibres élastiques, ordinairement très-fines, formant souvent ensemble des réseaux très-serrés, et constituant aussi de véritables membranes élastiques superposées, qui remplacent plus ou moins complétement le tissu conjonctif proprement dit. On trouve également dans cette couche des vaisseaux et des nerfs, mais ils ne font que la traverser pour gagner les os auxquels ils sont destinés. Il existe, en outre, comme Ollier l'a fait remarquer tout récemment, à la face interne du périoste, même chez l'animal développé, une mince couche (blastème sous-périostal, Ollier) répondant à celle qui, chez les animaux en voie de croissance, produit l'accroissement des os en épaisseur. J'ai vérifié ce fait sur l'homme et les mammifères, en constatant toutefois que cette couche, qui contient des cellules arrondies très-serrées, n'est point constante.

Dans ses publications les plus récentes, Ollier donne à la couche périostique la plus interne, jointe au blastème sous-périostal des jeunes animaux, le nom de *couche ostéogène*.

§ 87. **Moelle des os.** — Presque toutes les cavités osseuses d'un certain volume sont remplies d'une substance molle, demi-transparente, jaunâtre ou rougeâtre, riche en vaisseaux, et qu'on désigne sous le nom de *moelle des os*. Dans les *os longs*, cette substance occupe le canal médullaire et les cavités des épiphyses; elle manque dans la substance compacte, excepté dans les grands canaux qui la parcourent. Dans les os *plats* et dans les os *courts*, il en est de même; ajoutons que le diploé des os du crâne contient, outre la moelle, de grosses veines, dont il sera question plus loin. Par conséquent, les espaces veineux dont nous parlons, les canaux de nutrition, les canaux de Havers, les canaux nerveux et les espaces remplis d'air décrits précédemment ne contiennent point de moelle.

La moelle des os se présente sous deux aspects : elle est *jaune* ou *rouge*. La première variété existe principalement dans les os longs; elle consiste en une substance demi-liquide, qui renferme, d'après Berzelius (moelle de l'humérus du bœuf), 96 pour 100 de graisse. La moelle rouge se rencontre dans les épiphyses, dans les os courts et les os plats, mais particulièrement dans les corps des vertèbres, dans les os de la base du crâne, dans le sternum, etc.; elle se distingue de la précédente, non-seulement par une coloration rouge ou rougeâtre et par une consistance moindre, mais encore par sa constitution chimique. On trouve, en effet, dans le diploé, d'après Berzelius, 75 pour 100 d'eau et seulement des traces de graisse.

En ce qui concerne *la structure*, la moelle des os renferme, indépendamment des vaisseaux et des nerfs, du *tissu conjonctif*, des *cellules adipeuses*, de la *graisse libre*, un *liquide*, et enfin de petites cellules spéciales, ou *cellules de la moelle*.

Le tissu conjonctif et la graisse existent partout, mais en proportions variables. Le tissu conjonctif est un peu plus condensé à la surface des masses considérables de moelle qui remplissent les diaphyses; mais c'est fort improprement qu'on le désigne sous le nom de *membrane médullaire* (*endosteum*, *periosteum internum*, périoste interne), car il est impossible de le séparer à l'état de membrane continue. La moelle des os spongieux ne renferme presque point de tissu conjonctif, excepté dans les points où elle est accumulée en masses un peu considérables. Dans celle qui remplit la diaphyse des os longs, au contraire, le tissu conjonctif est facile à mettre en évidence; il constitue un réseau délicat, lâche, qui renferme la graisse et sert de support aux vaisseaux et aux nerfs. Les éléments de ce tissu sont ceux du tissu conjonctif lâche (voy. § 26); mais d'après mes observations, on n'y trouve point de fibres élastiques.

Les *cellules adipeuses* existent en grande abondance dans la moelle jaune

des os; elles ont de 35 à 70 μ, et il n'est pas rare d'y rencontrer un noyau. Mais très-souvent, comme dans le pannicule adipeux, elles ne sont point groupées en lobules distincts. Dans la moelle rouge et fluide, elles sont beaucoup moins abondantes, et dans la pulpe rouge des corps de vertèbres et des os plats du crâne, elles se montrent sous la forme de très-petits amas peu nombreux, ou même à l'état d'isolement; de là la petite quantité de graisse signalée dans le diploé par Berzelius. Dans la moelle des hydropiques, souvent les cellules adipeuses ne sont qu'à moitié remplies de graisse ou n'en contiennent que quelques gouttelettes, avec beaucoup de sérum. Dans l'hypérémie du tissu osseux, elles sont toutes atrophiées et parfois transformées en cellules fusiformes.



FIG. 141.

Dans les points où la moelle offre une consistance fluide, on rencontre toujours, et souvent en quantité notable, des gouttelettes de *graisse libre*, ainsi qu'un *liquide* transparent ou jaunâtre. On peut se convaincre facilement que ces gouttelettes libres ne sont point échappées des cellules adipeuses pendant la préparation; mais on est en droit de se demander si elles ne proviennent pas de cellules dont les enveloppes ont disparu.

Enfin, on trouve dans la moelle rouge ou seulement rougeâtre, *rarement dans la moelle jaune*, si ce n'est à la superficie (Luschka), de petites cellules arrondies, pourvues d'un noyau, rarement colorées et tout à fait semblables à celles de la moelle des jeunes sujets. Ces *cellules de la moelle*, tout à fait analogues à celles que Hasse et moi nous avons trouvées dans la moelle rouge hypérémiée des extrémités articulaires des os longs (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, t. V), n'en existent pas moins très-normalement dans les vertèbres, dans les os du crâne proprement dit, dans le sternum et dans les côtes. On ne les rencontre ni dans les os longs, ni dans les os courts des membres, et elles paraissent se montrer en nombre variable dans le scapulum, dans l'os innominé et dans les os de la face.

§ 88. **Modes d'union des os.** — A. **Synarthrose**, union sans articulation.

1° Dans la *suture*, les os sont unis entre eux par une couche membraniforme blanchâtre, très-mince, à laquelle beaucoup d'auteurs ont donné à tort le nom de *cartilage sutural*. Cette substance unissante est simplement constituée par du tissu conjonctif, dont les fibres, analogues à celles des ligaments, représentent de petits faisceaux courts et parallèles, étendus entre les bords des deux os; elle ne se distingue que par la présence d'un grand nombre de petits corpuscules de tissu conjonctif irréguliers, et pour la plupart un peu allongés. Ce *ligament sutural*, comme on pourrait l'appeler, est très-évident, tant que les os du crâne continuent à

FIG. 141. — Deux cellules adipeuses de la moelle du fémur de l'homme. — *a*, noyau; *b*, membrane de cellule; *c*, graisse. — Grossissement de 350 diamètres.

croître; alors aussi il est moins consistant et présente une constitution spéciale (voy. plus loin). A mesure que l'accroissement des os s'achève, le ligament sutural devient plus dense, et dans un âge avancé, il semble disparaître totalement en beaucoup d'endroits, particulièrement dans les portions internes des sutures, même avant la disparition complète de ces dernières.

2° Dans la *syndesmose*, les os sont unis entre eux par des ligaments *fibreux* ou *élastiques*. Les *ligaments fibreux* sont les plus répandus; ils sont blancs, brillants, et ressemblent, quant à leur structure, soit aux aponévroses ou aux ligaments des muscles, soit aux tendons proprement dits. Les *ligaments élastiques* (fig. 142) comprennent les ligaments jaunes des arcs de vertèbre et le ligament cervical postéreur; ce dernier, néanmoins, est beaucoup moins développé dans l'espèce humaine que dans les autres mammifères. Les ligaments jaunes sont des liens jaunâtres, solides, très-élastiques, dont les éléments sont des fibres polygonales arrondies, de 3 à 9 μ de diamètre, réunies en un réseau serré et dirigées parallèlement à l'axe longitudinal de la colonne vertébrale, ce qui donne aux ligaments jaunes une apparence fibreuse dans la même direction. Entre ces fibres, qui *ne sont réunies ni en faisceaux, ni en lamelles*, mais qui se continuent entre elles dans toute l'épaisseur des ligaments jaunes, on trouve du tissu conjonctif, peu abondant, en somme, mais néanmoins reconnaissable sur chaque préparation; il se présente sous la forme de faisceaux lâches, onduleux, étendus parallèlement à la direction principale des fibres élastiques. D'après Todd et Bowman, le ligament stylo-hyoïdien et le ligament latéral interne de l'articulation temporo-maxillaire sont aussi constitués principalement par de grosses fibres élastiques.

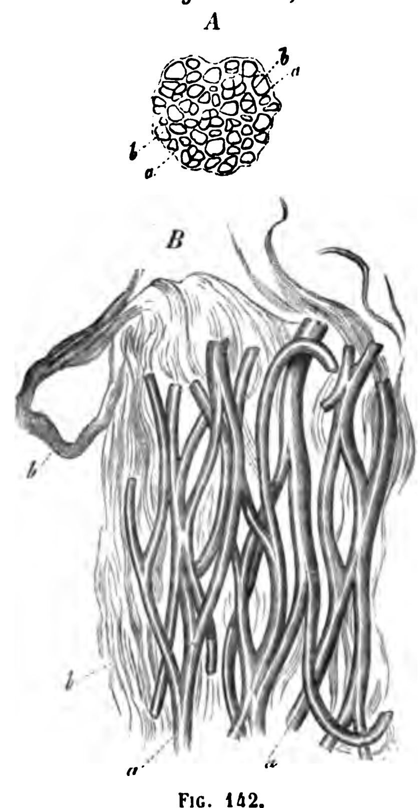


FIG. 142.

FIG. 142. — A. Tranche horizontale du ligament cervical du bœuf, humectée avec la soude (grossissement de 350 diamètres). — *a*, tissu conjonctif d'apparence homogène; *b*, coupes des fibres élastiques (de 9 à 22 μ de diamètre).

B. Fibres élastiques *a*, provenant d'un ligament jaune de l'homme; *b*, tissu conjonctif interposé. — Grossissement de 450 diamètres.

3° La *synchondrose* est formée par du cartilage, auquel s'ajoute une quantité plus ou moins grande de substance fibro-cartilagineuse et fibreuse. Comme type de ce mode d'union, on peut choisir l'articulation de la première côte avec le sternum : les deux os y sont unis par une masse continue de cartilage et les ligaments fibreux périphériques n'y sont représentés que par le périoste. La synchondrose entre la première et la deuxième pièce du sternum, celle qui unit cette dernière à l'appendice xiphoïde, présentent à leur centre, quand elles existent, une couche de cartilage blanchâtre, dont la substance fondamentale est fibreuse, et dans laquelle on peut même rencontrer une cavité en forme de fente (Luschka, *Zeitschr. f. rat. Med.*, nouv. série, IV). Dans les articulations entre le sternum et les six cartilages costaux qui suivent le premier, on trouve généralement une ou deux cavités articulaires; et dans ce dernier cas, il y a entre les deux cavités un disque cartilagineux analogue aux ligaments interarticulaires. Cependant, dans certains cas, il y a là de véritables synchondroses (Luschka). Dans la symphyse pubienne, dans la synchondrose sacro-iliaque, et dans les disques servant d'union aux corps de vertèbre, on trouve, immédiatement sur les os, une couche de vrai cartilage qui, dans les deux premières de ces articulations, est unie directement, dans la dernière, à l'aide d'un tissu fibro-cartilagineux, à celle du côté opposé. En dehors du cartilage et l'entourant concentriquement, on trouve des couches alternatives de tissu fibreux et fibro-cartilagineux. Dans l'épaisseur de ces moyens d'union se voit souvent une cavité, d'où il résulte que la synchondrose sacro-iliaque, par exemple, peut être envisagée comme une espèce d'articulation (Zaglas, Luschka).

Les *ligaments intervertébraux* ou *disques ligamenteux* interposés entre les corps de vertèbre se composent de trois parties : 1° de couches concentriques de fibro-cartilage et d'un tissu conjonctif blanchâtre; 2° d'une masse centrale molle, principalement formée de fibro-cartilage; 3° de deux couches de cartilage immédiatement appliquées sur les os. Les *couches concentriques* sont, extérieurement, du tissu conjonctif; plus en dedans, des couches alternatives de tissu conjonctif et de fibro-cartilage. Ce dernier tissu se montre sur des coupes fraîches sous l'aspect de zones mates et jaunâtres, qui, plongées dans l'eau, deviennent dures et transparentes. L'observation microscopique y découvre des cellules de cartilage, petites, allongées, disposées en séries, au milieu d'une trame fibreuse qui se distingue du tissu conjonctif par une plus grande roideur, par l'absence de fibrilles évidentes, par une grande résistance aux alcalis et à l'acide acétique, et par un défaut absolu de fibres élastiques.

Les feuillets blanchâtres des couches extérieures, dans lesquelles, d'après Luschka, il y a également des vaisseaux sanguins, peuvent être considérés comme formés de tissu conjonctif, bien que les fibrilles qui les constituent soient un peu plus rigides que celles des ligaments et tendons ordinaires, qu'elles soient plus difficiles à dissocier, qu'on ne trouve entre elles que peu de corpuscules de tissu conjonctif, et que souvent elles manquent totalement de fibres élastiques. Les zones de tissu conjonctif forment des anneaux complets ou des segments d'anneaux qui ont de $0^{mm},75$ à $2^{mm},80$ d'épaisseur, ou plus encore; ces zones alternent soit avec des couches analogues de tissu conjonctif, soit avec les anneaux plus minces et souvent incomplets du tissu fibro-cartilagineux, auxquels elles sont unies avec eux d'une manière solide. Les fibres de l'un et de l'autre tissu se dirigent généralement de haut en bas, et tou-

jours obliquement, de manière à s'entrecroiser dans les diverses zones. La même chose s'observe pour les anneaux externes, formés seulement de tissu conjonctif. Ces différences dans la direction des fibres sont la cause des colorations différentes que présentent les diverses couches, même lorsqu'elles sont toutes formées de tissu conjonctif (Henle, *Anat.*, I). Ajoutons encore que chaque zone présente plus ou moins clairement une structure lamelleuse. Les feuillets qui constituent les diverses zones de tissu conjonctif sont dirigés comme les zones elles-mêmes, tandis que dans les zones du tissu fibro-cartilagineux, les feuillets affectent plutôt une direction radiée.

La *substance centrale et molle* des ligaments intervertébraux (noyau gélatineux des auteurs) n'a été convenablement appréciée que dans ces derniers temps; elle se compose : 1° de *fibro-cartilage mou* et de tissu conjonctif; 2° de résidus de la *corde dorsale* du fœtus. Pour ce qui est de cette dernière, depuis longtemps Donders et moi



FIG. 143.



FIG. 144.

nous avons décrit dans le noyau central de l'adulte des amas blanchâtres de cellules (*Mikr. Anat.*, t. II, p. 310) dont nous ignorions la signification. En 1858, je montrai (*Würzb. Verh.*, IX, p. 48) que les ligaments intervertébraux renferment, chez l'enfant d'un an, une cavité réniforme, contenant le tissu de la corde dorsale, qui avait continué à croître, et que de cette substance, composée d'une substance molle interstitielle et de nombreux amas ou cordons anastomosés de cellules spéciales, à vacuoles (espaces remplis de liquide), naît la plus grande partie du noyau gélatineux des ligaments intervertébraux, noyau dans lequel on trouve même quelquefois les cellules spéciales de la corde dorsale des nouveau-nés. Le résidu de la corde dorsale est contenu, chez l'adulte, dans une cavité irrégulière qui occupe la portion centrale du noyau gélatineux, et dont Luschka (*Zeitschr. f. rat. Med.*, nouvelle série, t. VII, et *Habgelenke*, 1858) donna le premier une description détaillée, bien qu'elle fût connue déjà de quelques anatomistes. Luschka néanmoins se trompe en rangeant ces cavités parmi les cavités articulaires. Les portions du noyau gélatineux qui entourent ces cavités ne diffèrent pas essentiellement des parties constituantes de l'anneau fibreux, car on y rencontre même des couches de tissu conjonctif; mais ces couches deviennent de moins en moins nombreuses relativement au fibro-cartilage, et sont aussi beaucoup moins nettement délimitées. Vers le centre, toute trace de stratification et de disposition concentrique disparaît; la masse devient transparente, molle, et sensiblement homogène. Le microscope y montre principalement du fibro-cartilage, avec de grandes cellules (26 à 53 μ de diamètre) variées de formes,

FIG. 143. Section transversale d'un ligament intervertébral du nouveau-né. — *a*, cavité de la corde dorsale, remplie de cellules de cet organe. — Grossissement d'environ 4 diamètres.

FIG. 144. — Amas de cellules de la corde dorsale, avec des vacuoles, provenant d'un ligament intervertébral d'un enfant de 5 semaines. — Grossissement de 350 diamètres.

mboîtées les unes dans les autres (voy. fig. 145). Ainsi que Henle l'avait
vé, ces cellules ont des membranes secondaires uniformément épaissies
couches concentriques, et
t une cavité souvent très-
s laquelle se trouve con-
rotoblaste ratatiné. On y
de plus une substance fon-
confusément fibreuse ou
, comme en voie de décom-
enfermant çà et là des cel-
les (corpuscules de tissu
mêlées à des cellules ar-
ette masse molle envoie

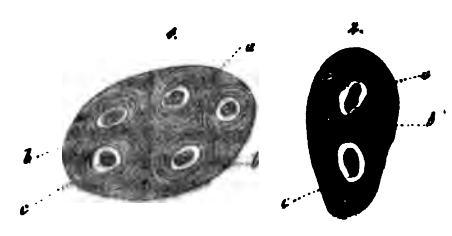


FIG. 145.

gements irréguliers, que Luschka a le premier décrits, autour des restes de
rsale, de sorte que l'une et l'autre partie se pénètrent mutuellement et
ste plus pour la corde dorsale de cavité de réception nettement délimitée,
la voit chez l'enfant.
tions internes de la masse fibreuse des ligaments intervertébraux se
nt, vers la surface osseuse correspondante du corps de la vertèbre, en une
ce, dure, jaunâtre, de *substance cartilagineuse* proprement dite, laquelle con-
ellules épaissies, pourvues par places de dépôts calcaires, et qui ne manque
gie avec les cartilages diarthrodiaux, bien qu'elle soit moins solidement
os. Plus en dehors, on trouve encore de la substance cartilagineuse, sous
etits disques ou de petites particules, qui paraissent être liées principale-
ssu fibro-cartilagineux des ligaments; et entre ces particules se voit du
nctif parsemé de cellules de cartilage, comme dans les points d'insertion
s sur les os (voy. § 77). La surface osseuse des corps de vertèbre qui
à cette portion des ligaments intervertébraux présente, lorsqu'on a en-
aments, un aspect comme troué, et la moelle de l'os se trouve mise à nu.
disques cartilagineux qui ferment ces orifices, tandis que le tissu fibreux,
res verticales, s'insère aux os dans leurs intervalles.
sacrum et le coccyx, et entre les diverses vertèbres coccygiennes, exis-
pèces de ligaments intervertébraux, qui consistent en un tissu fibreux à
omogène et sans noyau gélatineux. Les diverses pièces du sacrum sont
s unes des autres, dans le principe, par de véritables ligaments interver-
une époque plus avancée, ces ligaments s'ossifient de la périphérie vers
nais non assez complétement pour qu'on ne trouve pas souvent, même
e, des traces de ligaments dans l'épaisseur de ces ossifications. D'après
reste en ce point, même dans l'extrême vieillesse, une masse cartilagineuse
desséchée (*Halbgelenke*, p. 99). Entre les *corps des vertèbres cervicales*,
écouvrit, outre le ligament intervertébral moyen, de *petites articulations*
tre les prolongements du bord latéral de chaque vertèbre inférieure et la
respondante de la vertèbre supérieure; mais ces articulations ne sont pas
lessinées dans tous les cas (*Halbgel.*, p. 66 à 73).
artilagineuse de la *symphyse pubienne* présente sa plus grande épaisseur
rties moyenne et antérieure de l'articulation, et s'unit aux os par des
trêmement rugueuses; elle a une épaisseur de 1 à 22 millimètres, et

— Cellules de la substance centrale des ligaments intervertébraux.
cellule mère. — *a*, paroi provenant d'une première génération de deux cellules
q cellules filles de la seconde génération, avec leurs parois concentriques épais-
ules ratatinés contenus dans les petites cavités des cellules filles.
lle mère contenant deux cellules filles à parois uniformément épaissies; *b*, cloi-
séparant les deux cellules filles; *c*, utricule ratatiné contenu dans la petite cavité
filles.

consiste en vrai cartilage, présentant une substance fondamentale homogène, finement granulée, qui contient des cellules mères simples de 22 à 53 μ de diamètre. Vers le centre, la substance fondamentale devient plus molle et prend un aspect fibreux, et l'on trouve aussi, principalement chez la femme (d'après Aeby, cette cavité manqua 2 fois sur 28 femmes, 10 fois sur 38 hommes), une *cavité* étroite, irrégulière, à parois inégales, remplie d'une petite quantité d'un liquide de consistance visqueuse; cette cavité doit manifestement son origine, ainsi qu'on peut s'en convaincre, au ramollissement des couches cartilagineuses les plus profondes, ramollissement dont on voit encore des traces sur les cartilages qui limitent la cavité. Avant la septième année, celle-ci ne se rencontre jamais, d'après Aeby; plus tard, elle est plus étendue chez la femme. L'influence de la grossesse sur son développement n'est pas encore suffisamment établie; mes observations, de même que celles d'Aeby, tendent à démontrer qu'elle ne produit pas toujours un agrandissement de cette cavité, comme on l'a admis. Quand cet agrandissement a eu lieu, il semble résulter surtout d'accouchements difficiles et multipliés. Les couches extérieures de la symphyse sont, comme on sait, plus développées en haut et en avant que partout ailleurs; à part les lamelles les plus superficielles, composées exclusivement de tissu conjonctif, elles ne naissent pas directement de l'os et n'unissent entre elles que les portions extérieures des lamelles cartilagineuses précédemment décrites. Ces couches consistent principalement en une substance fibreuse, identique selon toute apparence, avec le tissu conjonctif, et contenant çà et là, au milieu des fibres, des cellules de cartilage.

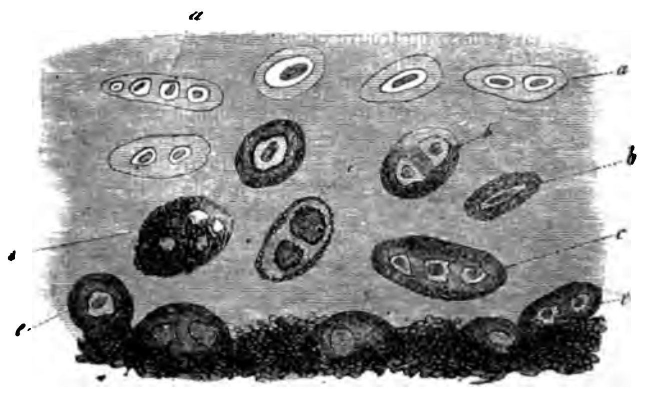


FIG. 146.

Presque toujours on rencontre dans la symphyse pubienne du cartilage incrusté de sels calcaires (fig. 146). On trouve toujours, en effet, sur le rebord osseux de la symphyse et à demi engagées ou plongées complétement dans le cartilage, des capsules osseuses incrustées, à parois épaisses, homogènes ou granuleuses (granulations formées de sels calcaires) de 26 à 35 μ de diamètre et à petits protoblastes sphériques. On voit également, dans la plupart des préparations, de très-belles capsules mères, ossifiées en partie ou en totalité, tantôt contenant deux cellules filles et ayant de 33 à 64 μ de diamètre, tantôt renfermant 10 ou 20 cellules filles et mesurant jusqu'à 112 μ de diamètre.

FIG. 146. — Tranche osseuse du pubis de l'homme, prise tout contre le cartilage de la symphyse (grossissement de 350 diamètres). — *a*, cellules de cartilage à parois épaissies; *b*, les mêmes cellules pendant le travail d'ossification; *c*, cellules presque ossifiées et à parois homogènes : ces cellules sont libres dans la substance fondamentale du cartilage; *d*, les mêmes cellules encroûtées à leur surface de dépôts calcaires; *f*, cellules ossifiées à demi engagées dans la substance fondamentale de l'os, infiltrée par le dépôt calcaire.

La *synchondrose sacro-iliaque* est constituée par une lame cartilagineuse de 1mm,68 à 3mm,37 d'épaisseur, étendue et fixée solidement sur la surface auriculaire des os correspondants. Dans le voisinage des os, les capsules de cartilage sont aplaties, à faces parallèles aux surfaces osseuses, et se transforment insensiblement en formations incrustées, plus ou moins libres, qu'on trouve sur le bord de l'os, comme le montre la fig. 146. Dans la profondeur des cartilages sacro-iliaques, on rencontre constamment, suivant Zaglas, une cavité ou sorte de fissure qui sépare, d'une manière plus ou moins distincte, les revêtements cartilagineux des deux surfaces osseuses. Cette cavité, plus rapprochée de l'os iliaque, renferme une petite quantité d'un liquide analogue à la synovie; elle est limitée par des parois lisses et polies, qui se distinguent de tous les autres cartilages par leur grande dureté et aussi par leur structure. La substance fondamentale de ces revêtements est fibreuse dans le sens de la surface; les cellules qu'elle contient sont toutes très-volumineuses (elles ont jusqu'à 78 μ de diamètre), et contiennent un grand nombre de cellules filles; leurs parois sont tellement épaissies que la cavité des cellules, voire même des cellules filles, paraît souvent extrêmement réduite; on ne peut toutefois y constater nettement ni canalicules poreux, ni dépôts calcaires.

Les *cartilages costaux* sont couverts d'un périchondre résistant, formé de tissu conjonctif et d'une grande quantité d'éléments élastiques. Du côté de l'extrémité sternale de la côte, le périchondre se continue avec les membranes synoviales de l'articulation chondro-sternale; du côté de la côte, il se continue directement avec le périoste de la côte osseuse. Le cartilage costal adhère au périchondre par une surface rugueuse; il est dur, quoique élastique, d'une couleur jaune pâle, ou bleuâtre sur des tranches minces; dans l'intérieur, en certains endroits, il est blanc jaunâtre avec des reflets satinés, ce qui dépend de la structure fibreuse de la substance fondamentale, qui, dans les autres points, est finement granulée. Les cellules de cartilage forment, à l'extérieur, une couche de 130 à 220 μ d'épaisseur, dans laquelle elles sont allongées, aplaties, parallèles à la surface : ces cellules ont généralement de petites dimensions (environ 13 μ de diamètre); d'autres sont plus grosses et remplies d'un nombre variable de cellules filles, rangées en série. En pénétrant dans la profondeur du cartilage, on trouve des cellules plus volumineuses, et qui n'ont pas tout à fait perdu leur forme aplatie; la plupart de ces cellules ont de 67 à 112 μ de diamètre; elles sont arrondies ou allongées, et disposées de telle façon que leurs surfaces regardent vers les extrémités du cartilage costal, tandis que les axes longitudinaux ont la direction des rayons partant de la partie

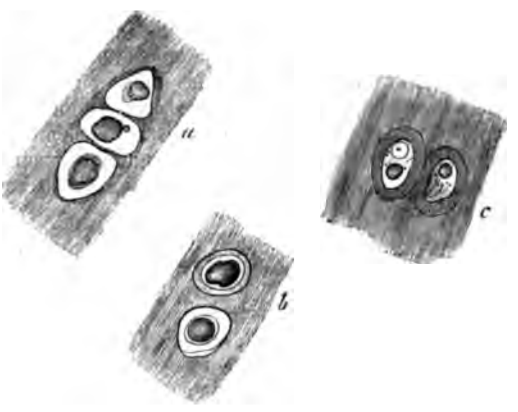


FIG. 147.

FIG. 147. — Cellules de cartilage de l'homme (grossissement de 350 diamètres). — a, cellules mères d'un cartilage costal, contenant trois cellules filles : on voit sur les noyaux de celles-ci des gouttelettes graisseuses; *b*, deux cellules du même cartilage dont la gouttelette graisseuse est entourée d'une pâle bordure ; *c*, deux cellules à parois épaissies, prises sur le cartilage de la grande corne de l'hyoïde. A côté des gouttelettes graisseuses, on distingue nettement un noyau. L'utricule primordial n'a pas été distinctement figuré dans toutes les cellules.

moyenne de la section transversale de la côte. Dans certains cas, cependant, ces cellules sont dirigées d'une manière assez irrégulière et dans des sens divers. Les cellules les plus grandes (de 180 à 220 μ de diamètre) se rencontrent dans les portions fibreuses, et renferment, comme toutes les cellules profondes, un nombre variable et souvent très-considérable de cellules filles (jusqu'à 60, suivant Donders).

Ce qui caractérise spécialement les éléments des cartilages costaux, c'est l'abondance de la graisse qu'ils contiennent. Dans toutes les cellules, à l'exception des plus superficielles, on trouve, chez l'adulte, des gouttelettes de graisse de volume variable (de 14 à 18 μ), tantôt sphériques, tantôt irrégulières; souvent ces gouttelettes entourent si complétement le noyau, que celui-ci devient invisible (voyez fig. 147, *a* et *b*); d'où l'on a conclu, mais à tort, que la graisse était contenue dans le noyau lui-même.

Le cartilage des grandes cornes de l'os hyoïde, celui qui est interposé entre le corps et la grande corne du même os, et enfin l'appendice cartilagineux de l'apophyse styloïde (appendice qui manque souvent), ne diffèrent pas sensiblement des cartilages costaux, si ce n'est toutefois que les cellules de ces cartilages ne contiennent pas toujours des gouttelettes graisseuses aussi distinctes.

Les cartilages costaux *s'ossifient* très-fréquemment dans un âge avancé. Cette ossification, ainsi d'ailleurs que la transformation fibreuse de la substance fondamentale, n'est pas tout à fait normale, et ne peut pas être placée sur la même ligne que l'ossification ordinaire. Les ossifications sont tantôt limitées, tantôt assez étendues. Dans le premier cas, l'ossification se borne souvent à un dépôt de sels calcaires dans les parois épaisses des capsules de cartilage et dans la substance fondamentale devenue fibreuse. Dans le second cas (et parfois aussi dans le premier), l'ossification donne lieu à la formation, dans le cartilage, de lacunes renfermant de la moelle de cartilage et des vaisseaux qui se mettent en communication, en partie avec ceux du périchondre, en partie avec ceux de la côte osseuse correspondante. La substance osseuse qui prend alors naissance, est tout à fait semblable à l'os ordinaire, sauf qu'elle est presque toujours plus obscure, moins homogène, et que les cavités osseuses qu'elle contient, sont moins complétement développées et renferment souvent des dépôts grumeleux. On donne le nom de *moelle de cartilage* à l'ensemble des parties qui se montrent dans les points où la substance cartilagineuse disparaît, c'est-à-dire aux cellules médullaires, aux cellules adipeuses, aux faisceaux de tissu conjonctif et aux vaisseaux. On observe facilement toutes ces parties dans les cartilages des côtes et dans les cartilages du larynx en voie d'ossification, et leur mode d'apparition et de développement est tout à fait semblable à ce qui a lieu dans le développement des os proprement dits.

Les nombreuses variétés que présentent les synchondroses, et les transitions que l'on observe entre ces articulations et les articulations mobiles, sont faciles à comprendre quand on sait que la plupart des articulations procèdent des premières (voy. plus bas). Ce n'est donc pas sans raison que Luschka réunit les synchondroses et certaines amphiarthroses, comme l'articulation sacro-iliaque et les articulations sterno-costales, sous le nom de *demi-articulations*. Mais, comme il a été dit plus haut, je ne saurais considérer la cavité de la corde dorsale des ligaments intervertébraux comme l'analogue d'une cavité articulaire.

§ 89. **Connexions articulaires. Diarthroses.** — Les extrémités articulaires des os et les surfaces par lesquelles les os participent aux articulations sont recouvertes, sans exception, d'une couche mince de cartilage, dont l'épaisseur est sensiblement la même dans la portion moyenne des surfaces en contact, et qui va en diminuant à mesure qu'on s'avance vers les limites du cartilage, pour se terminer par un bord tranchant. Ce *cartilage articulaire* s'applique solidement sur les rugosités des surfaces articu-

vexes ou concaves des os, sans qu'on puisse distinguer la moindre unissante interposée. Dans la plupart des articulations, la surface surface articulaire du cartilage, est complétement nue dans la le partie de son étendue; elle n'est recouverte que sur ses limites membrane fibreuse propre ou périchondre, dépendance ou pro-t du périoste. Ce prolongement ne revêt qu'une très-petite por-rtilage, et se termine peu à peu sans limites bien tranchées.

uelques articulations (articulations scapulo-humérale et coxo-on trouve, comme moyen d'union accessoire, des *lèvres cartila-*articulières (bourrelets glénoïdien et cotyloïdien), sous forme : fibreux, solides, d'un blanc jaunâtre. Ces anneaux, fixés sur les s base élargie, dans le point où se les cartilages articulaires, et aussi sur le cartilage lui-même, proémi- la cavité articulaire et se terminent ord tranchant; ils sont en général connexions avec la synoviale et d'épithélium; en dehors, ils sont au périoste et à la capsule articu-

on examine la *structure intime* des écédemment décrites, on trouve rtilages diarthrodiaux des os arri- complet développement sont con-ans les conditions normales (voy. par une substance fondamentale granulée, quelquefois presque ho- qui contient des capsules de car-inces parois. Ces capsules superfi-nt très-abondantes et aplaties pa-it à la surface. Dans l'épaisseur du elles sont plus rares, oblongues dies, et affectent des directions Près de la surface osseuse, enfin, allongées et disposées perpendi-nt à la surface articulaire de l'os. les ont des parois qu'il est facile de de la substance fondamentale elle-même, surtout lorsqu'on

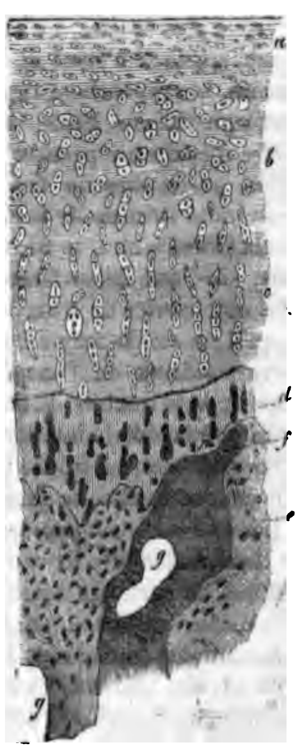


Fig. 148.

— Cartilage articulaire d'un métacarpien de l'homme, coupé suivant sa rossissement de 90 diamètres). — *a*, cellules cartilagineuses superficielles, cellules moyennes, arrondies; *c*, cellules internes, disposées en petites séries ires à la surface de l'os; *d*, couche superficielle de l'os, dont la substance fonda-fibreuse et ossifiée, et dont les cellules cartilagineuses, à parois épaisses, sont ici ues par l'air qu'elles renferment; *e*, véritable substance osseuse; *f*, extrémités médullaires de l'épiphyse; *g*, espace médullaire.

humecte la préparation avec l'acide acétique. Leur protoblaste présente une substance transparente, parfois granulée, avec très-peu de graisse et un noyau vésiculeux. Les capsules des cartilages diarthrodiaux sont isolées ou disposées par groupes, et contiennent souvent deux, quatre, ou même un plus grand nombre de cellules filles; celles-ci sont réunies en groupes dans les capsules aplaties, et rangées en séries longitudinales dans les capsules allongées. On trouve au condyle du maxillaire inférieur, comme aussi dans la cavité glénoïde du temporal, tant que le développement des os n'est pas terminé, une couche épaisse de capsules de cartilage bien caractérisées, recouverte de tissu conjonctif. Cette couche cartilagineuse disparaît à mesure que l'os approche de son développement complet, et, à la fin, on ne rencontre plus, au-dessous de la couche de tissu conjonctif, devenue plus épaisse, qu'une couche mince et transparente dont les éléments, quoique n'étant ni absolument conformes aux cellules osseuses, ni ossifiés, se rapprochent cependant plus de ces cellules que des cellules de cartilage. Suivant Henle, une couche de véritable cartilage de $\frac{1}{3}$ de millimètre d'épaisseur persiste dans la portion antérieure des surfaces articulaires, au-dessous du tissu conjonctif. D'après Bruch, le revêtement de l'extrémité sternale de la clavicule est aussi de nature fibreuse, tandis que Henle (*Bäuderlehre*, p. 63, 65) assure que les deux extrémités de la clavicule, ainsi que les surfaces correspondantes de l'acromion et du sternum, sont recouvertes de tissu conjonctif renfermant des cellules de cartilage, et qu'il en est de même du ligament odontoïdien transverse (la surface correspondante de l'apophyse odontoïde ne présente que du tissu conjonctif), de la trochlée du cubitus, en partie, des articulations radio-cubitale et péronéo-cubitale inférieures. Sur la tête des côtes qui s'articulent avec deux vertèbres, on trouve sous une couche de cartilage, d'après Luschka, une couche épaisse de substance fibreuse (*Müll. Arch.*, 1856, p. 485).

Les *bourrelets cartilagineux* des articulations sont principalement formés de tissu conjonctif; ils contiennent cependant, sans exception, quelques cellules de cartilage arrondies ou allongées, pourvues d'une membrane d'épaisseur moyenne, offrant un noyau distinct, et, çà et là, quelques granulations graisseuses. Je n'y ai pas encore trouvé de cellules mères; il n'est pas rare toutefois d'y rencontrer de ces cellules disposées en séries que j'ai déjà mentionnées à l'occasion du *système musculaire* (voy. § 86), et qu'on est porté à considérer comme des cellules de cartilage, bien que ces séries de cellules représentent une transition évidente vers les fibres élastiques. Les cartilages diarthrodiaux ne possèdent ni nerfs, ni vaisseaux, si ce n'est pendant la période du développement, ainsi qu'il sera expliqué plus loin avec détail. Les bourrelets cartilagineux sont également dépourvus de vaisseaux et de nerfs.

La portion de l'os sous-jacente au cartilage diarthrodial mérite une mention spéciale. Dans presque toutes les articulations, le cartilage est appliqué immédiatement sur une couche de *substance osseuse incomplétement développée*, et ce n'est que plus

leur contenu (graisse et noyaux), montrant çà et là des vestiges de cana-
ux, et aussi, sans doute, des dépôts calcaires partiels : en d'autres termes, cellules osseuses incomplétement développées. La couche qui contient est limitée, du côté du cartilage, par une ligne régulière, rendue obscure des concrétions calcaires, et du côté de l'os véritable, par un contour lequel on distingue souvent les contours des capsules entourant les ules osseuses. D'après mes observations, cette couche existe normale- les âges, depuis l'époque du développement complet des os, et dans ticulations, à l'exception, toutefois, de l'articulation temporo-maxillaire mes et de Morgan l'ont vue également en ce point) et des articulations le.

Toynbee (*Transact. philosoph.*, 1841), les vaisseaux de la synoviale bien plus avant sur le cartilage diarthrodial chez le fœtus de cinq mois 'ai pu me convaincre de cette particularité, ni sur l'humérus d'un embryon mois, ni sur les os des nouveau-nés.

ques cas pathologiques, on observe dans les cartilages diarthrodiaux des ts de cellules extrêmement remarquables, en particulier (voy. fig. 6) tilages articulaires velvétiques, où des cellules mères contenant une ou tions de cellules et parfois très-volumineuses, souvent aussi remplies ont presque libres dans une substance fondamentale fibreuse, et peuvent facilement (consultez aussi Ecker, in *Roser et Wunderlich's Arch.*, t. II, 5). Les cartilages diarthrodiaux de l'adulte sont dépourvus de vaisseaux est des vaisseaux des cartilages sur les os en voie de croissance, voyez pendant il se développe souvent des prolongements vasculaires qui, de s'avancent sur les bords du cartilage. Il ne saurait être question, par d'une véritable inflammation des cartilages chez l'adulte. Ceux-ci s'altè- ant, dans les états pathologiques des os qu'ils recouvrent, et dans l'in- des membranes synoviales. Ils se divisent en fibres et en même temps t, puisque Cruveilhier (*Dict. de méd. et de chirurg. prat.*, III, p. 514) fibres qui avaient jusqu'à 13 millimètres de longueur, ce qui surpasse l'épaisseur normale du cartilage articulaire. Les cartilages diarthrodiaux ement ; ils peuvent même disparaître entièrement (dans les cas de sup- os ou des articulations) et laisser la surface osseuse de l'articulation à

de points, elles sont si complétement et si intimement recouvertes, à leur face extérieure, par des couches fibreuses surperposées, dites *capsules fibreuses*, qu'elles offrent à l'observateur superficiel l'aspect de capsules assez résistantes. Ces couches fibreuses se rencontrent là surtout où il n'y a, autour de l'articulation, que peu ou point de parties molles protectrices, ou bien dans les points où l'union des os devait être solidement maintenue (articulation de la hanche). Elles manquent en grande partie, ou tout au moins elles sont incomplètes là où des muscles, des tendons et des ligaments entourent les articulations, et dans les régions où des fonctions particulières nécessitaient de grands déplacements de la membrane synoviale (articulations du genou et du coude).

Les connexions des capsules articulaires avec les os et les cartilages, examinées de plus près, sont les suivantes (voy. fig. 149). Tantôt la capsule articulaire s'insère tout simplement au bord de la surface recouverte de cartilage, et de là passe directement à l'os opposé (rotule, amphiarthroses); tantôt elle recouvre, en outre du cartilage, une portion plus ou moins considérable de l'os lui-même, avant de se réfléchir sur elle-même pour gagner l'os opposé et s'y fixer. Dans les deux cas, la membrane synoviale ne se fixe pas directement sur les parties dures; plus ou moins intimement adhérente au périoste et au périchondre, elle finit par s'unir d'une manière indissoluble avec le périchondre du cartilage articulaire, sans qu'on puisse saisir une ligne de démarcation tranchée, et se termine au voisinage de ce dernier.

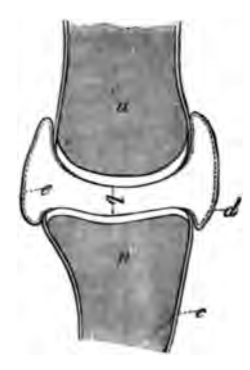


FIG. 149.

Quant à la structure intime des membranes synoviales (abstraction faite des capsules fibreuses, qui ont absolument la structure des ligaments fibreux), ces membranes présentent : 1° une lame de tissu conjonctif pourvue de vaisseaux et de nerfs assez peu nombreux; 2° un épithélium consistant en une, deux à quatre couches de grandes cellules pavimenteuses, qui mesurent 11 à 17 μ et renferment un noyau arrondi de 4 à 7 μ. La lame de tissu conjonctif est formée, dans sa portion interne d'une couche de faisceaux parallèles, dont les fibrilles sont peu distinctes et qui est pourvue de corpuscules de tissu conjonctif allongés ou de fibres élastiques fines. Plus en dehors, elle se compose de faisceaux entrecroisés et de réseaux de fibres élastiques fines; çà et là, des faisceaux de tissu conjonctif de divers volumes et entourés de fibres élastiques forment des réseaux analogues à ceux de l'arachnoïde. Il n'est pas rare de trouver de

FIG. 149. — Figure schématique représentant la coupe d'une articulation phalangienne, en partie d'après Arnold. *a*, os; *b*, cartilage articulaire; *c*, périoste qui se continue avec le périchondre du cartilage articulaire; *d*, membrane synoviale naissant au bord du cartilage et unie au périchondre; *e*, épithélium de la synoviale.

cellules adipeuses ordinaires disséminées dans les mailles du tissu conjonctif; quelquefois aussi, mais moins souvent en somme, on rencontre des cellules de cartilage isolées, à parois obscures, médiocrement épaisses, et pourvues d'un noyau distinct.

Les membranes synoviales ne possèdent ni glandes, ni papilles; mais elles offrent des *amas de graisse considérables* (*plicæ adiposæ*) et des *prolongements riches en vaisseaux* (franges synoviales, ligaments muqueux des auteurs). Les accumulations de graisse, improprement désignées autrefois sous le nom de *glandes de Havers*, s'observent principalement dans les articulations de la hanche et du genou; elles se présentent sous la forme de saillies ou de plis mous, jaunes ou jaune rougeâtre, et sont formées simplement par l'assemblage d'une grande quantité de cellules adipeuses dans les portions très-vasculaires de la membrane synoviale. Les franges synoviales se rencontrent dans presque toutes les articulations, et apparaissent, quand les vaisseaux sont remplis, sous la forme de saillies de la membrane synoviale, rouges, aplaties, dentelées sur leur bord, plissées, et pourvues de prolongements frangés. Ordinairement, les franges synoviales sont situées à l'endroit où la membrane synoviale se détache du cartilage, et s'étendent à la surface de ce dernier, qu'elles entourent souvent d'une sorte de couronne; d'autres fois, elles sont plus isolées, et s'absentent aussi sur d'autres points de l'articulation. Quant à leur structure, elles diffèrent des autres parties des membranes synoviales surtout par leur richesse vasculaire; elles consistent, en effet, presque exclusivement en petites artères et veines, et en capillaires, unis en anses sur les bords des franges, rappelant ainsi les plexus choroïdes des ventricules cérébraux. Outre les vaisseaux, on y trouve une couche fondamentale de tissu conjonctif dont la structure fibrillaire est souvent peu distincte, l'épithélium ordinaire de

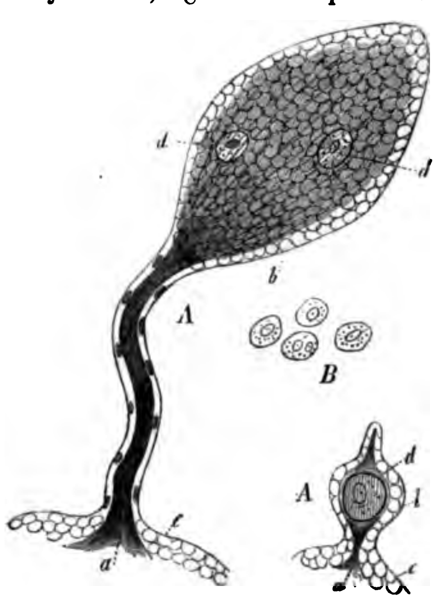


FIG. 150.

FIG. 150. — Fragment de membrane synoviale d'une articulation phalangienne.

A, A, deux appendices des franges synoviales, dépourvus de vaisseaux. Grossissement de 50 diamètres. *a*, tissu conjonctif siégeant dans l'axe de l'appendice; *b*, épithélium (les cellules de l'épithélium ne sont pas distinctes dans le pédicule du grand appendice) se continuant avec celui des bords libres du prolongement, *c*; *d*, cellules de cartilage.

B, quatre cellules épithéliales de la synoviale du genou. L'une d'elles a deux noyaux. Grossissement de 350 diamètres.

la synoviale, et çà et là des cellules adipeuses plus ou moins abondantes plus rarement des cellules de cartilage isolées. Elles portent à leur bord, presque sans exception, de petits appendices membraneux, foliacés ou coniques, appelés *villosités synoviales* par Luschka et Henle, et présentant les formes les plus singulières) beaucoup ressemblent à la tige de quelques cactus). Ces appendices contiennent rarement des vaisseaux; ils consistent le plus souvent en une portion centrale, formée de tissu conjonctif indistinctement fibrillaire, avec quelques cellules de cartilage isolées, et en un épithélium, très-épais par places; les plus petits sont parfois uniquement formés soit d'épithélium, soit de tissu conjonctif. Dans certains cas, les villosités synoviales sont creusées de *cavités* remplies de liquide (Luschka, Henle).

Dans un grand nombre d'articulations, on trouve des plaques fibreuses, solides, d'un blanc jaunâtre (*cartilages* ou *ligaments interarticulaires*), qui, parties de la capsule synoviale, s'interposent au nombre de deux entre les os qui composent l'articulation (genou), ou forment même une cloison unique dans l'intérieur de l'articulation (articulations du maxillaire inférieur, de la clavicule, du sternum, du poignet). Les ménisques interarticulaires sont formés d'un tissu fibreux dense, entrecroisé, la plupart du temps, dans des directions diverses; ce tissu ressemble beaucoup au tissu conjonctif, bien que les fibrilles y soient peu distinctes. On y trouve, en outre, des cellules de cartilage et beaucoup de corpuscules de tissu conjonctif anastomosés en réseau, ainsi que des fibres élastiques fines. Les cellules de cartilage sont généralement isolées dans les couches superficielles, plus petites et disposées en séries dans les parties profondes, et font place, enfin, à des rangées longitudinales de véritables corpuscules de tissu conjonctif. Les ménisques interarticulaires, d'après ce qui précède, doivent être rangés parmi les fibro-cartilages; ils sont dépourvus de revêtement synovial, et ce n'est que sur leur bord, par lequel ils adhèrent à la capsule synoviale, qu'ils sont recouverts dans une très-petite étendue, et jamais sur toute leur surface, par l'épithélium de la cavité articulaire.

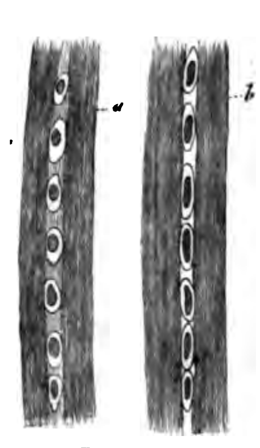


FIG. 151.

Les *ligaments articulaires*, à l'exception du ligament rond, sont formés d'un tissu conjonctif compacte, semblable à celui des tendons et des autres ligaments fibreux (dans les ligaments des articulations costales

FIG. 151. — Fragment d'un ligament falciforme de l'articulation du genou. *a*, bande de tissu conjonctif, avec cellules oblongues, disposées en séries et analogues à des cellules de cartilage; *b*, bande semblable, avec cellules et noyaux plus allongés : ces cellules, en devenant fusiformes ou étoilées par les progrès du développement, se comportent comme de véritables corpuscules de tissu conjonctif.

et dans le ligament transverse de l'apophyse odontoïde, ce tissu conjonctif renferme des cellules de cartilage); les ligaments interarticulaires (ligaments croisés, etc.) ont, à leur surface, une couche plus molle de tissu conjonctif, recouverte d'un épithélium.

Dans la cavité des capsules articulaires, on trouve une petite quantité d'un liquide transparent, jaunâtre, filant, désigné sous le nom de *synovie*. Ce liquide paraît très-analogue au mucus sous le rapport de sa composition chimique, et contient notamment de la mucine liquide. Examiné au microscope, il n'offre rien de bien remarquable dans les conditions normales. Il consiste simplement en un liquide qui se trouble sous l'influence de l'acide acétique, et contient très-souvent quelques cellules épithéliales, qui parfois ont subi la dégénérescence graisseuse, des noyaux de cellules et des granulations graisseuses; dans certaines circonstances, quelque peu anormales, on y trouve aussi des globules sanguins et lymphatiques, des fragments de franges synoviales ou de cartilage articulaire, et une substance gélatineuse homogène.

D'après Frerichs (*Wagner's Handwörterbuch*, III, 1), la synovie normale renferme, chez le *bœuf* : eau, 94,8; mucus et épithélium, 0,5; graisse, 0,07; albumine et extractifs 3,5; sels, 0,9. La synovie est un produit de sécrétion, qui ne présente aucun élément figuré comme partie essentielle; elle est simplement exhalée, sous l'influence de l'épithélium, par les vaisseaux de la synoviale, et particulièrement par les prolongements vasculaires de cette membrane, qui semblent n'avoir point d'autre destination et sont groupés sur les bords des cartilages, sur lesquels ils versent ainsi leur humeur lubrifiante. Les *appendices non vasculaires* des franges synoviales prennent quelquefois un développement anormal, deviennent plus denses, se détachent des prolongements vasculaires de la synoviale, et donnent naissance aux diverses formes de *corps étrangers* des articulations. Ces corps étrangers peuvent aussi se montrer dans les bourses muqueuses et dans les gaînes tendineuses, qui sont également pourvues de prolongements vasculaires (voy. plus haut, § 78); ils sont formés d'un revêtement épithélial et de tissu conjonctif à noyaux allongés, et contiennent, mais non constamment, un nombre variable de cellules adipeuses et de véritables cellules de cartilage. Ils se développent, non pas au dehors de la membrane synoviale, mais par végétation de cette membrane elle-même. Au reste, des corps solides analogues peuvent sans doute prendre naissance d'une tout autre manière : ainsi Bidder (*Zeitschrift für rat. Medic.*, t. III, p. 99 et suivantes) et Virchow (*Medic. Zeitung*, 1846, n°s 2 et 3) ont observé des corps de cette espèce qui ne présentaient aucune trace d'organisation. Virchow a démontré dans ces productions la présence de la fibrine, et je suis porté de les considérer avec lui, dans beaucoup de cas, comme des exsudations fibrineuses, et dans d'autres, comme des précipités qui se sont formés dans la synovie et qui se sont ensuite solidifiés. Cette dernière interprétation est corroborée par ce fait que, dans les gaînes tendineuses de la main, on trouve souvent des masses plus ou moins consistantes, sans structure, gélatineuses et manifestement formées par de la synovie épaissie.

Des fragments osseux, détachés des végétations qui se sont développées autour de l'articulation, peuvent s'introduire aussi dans l'intérieur des articulations.

Les bourrelets graisseux (*plicæ adiposæ*) sont bien plutôt destinés à des usages mécaniques qu'à la sécrétion de la synovie, et paraissent servir de masses de remplissage dans les divers mouvements de l'articulation.

§ 91. Vaisseaux des os et de leurs organes accessoires. — A. *Vaisseaux sanguins.* — Le *périoste*, indépendamment des nombreux vaisseaux

destinés aux os, et qui ne font que le traverser, contient, principalement dans sa couche extérieure de tissu conjonctif, un réseau assez serré de capillaires fins (11 μ de diamètre). Les *os* sont très-riches en vaisseaux ainsi qu'on peut s'en convaincre sur des pièces injectées, ou plus facilement encore sur des os frais, contenant du sang. Dans les *os longs*, la moelle et les extrémités spongieuses sont alimentées par des vaisseaux spéciaux; il en est de même de la substance compacte de la diaphyse. Parmi ces vaisseaux, les uns, dits *vaisseaux nourriciers*, s'engagent dans des canaux particuliers d'un certain diamètre, au nombre de un ou deux dans les diaphyses, en nombre plus considérable dans les épiphyses. Ces vaisseaux abandonnent quelques rares rameaux aux canalicules de Havers les plus internes de la substance compacte, et se ramifient, en conservant toutes leurs tuniques, même la musculeuse, dans la moelle, où ils forment un réseau capillaire dont les vaisseaux les plus fins ont de 9 à 11 μ de diamètre. Les vaisseaux de la substance compacte proviennent, en majeure partie, de ceux du périoste; ils perdent promptement leur tunique musculaire et forment dans les canaux de Havers, qu'ils remplissent complétement ou en partie (une petite quantité de moelle vient alors compléter le remplissage), un réseau de larges canaux, que leur volume et leur structure ne permettent pas, en général, de considérer comme des capillaires, car la plupart possèdent une couche de tissu conjonctif et un épithélium. Il n'y a guère que dans les canaux de Havers d'un grand volume qu'on trouve, à côté des vaisseaux dont nous parlons, de véritables capillaires très-fins. Le *sang veineux* revient des os longs par trois voies : 1° par une grosse veine qui accompagne l'artère nourricière et qui offre la même distribution; 2° par un grand nombre de veines de différents calibres qui émergent des extrémités articulaires; 3° enfin, par un grand nombre de petites veines qui sortent séparément de la substance compacte de la diaphyse, et qui offrent à leurs origines (ainsi que Todd et Bowman l'ont bien indiqué) des espaces élargis ou de petites excavations en forme de sinus, excavations qu'on aperçoit très distinctement sur des tranches osseuses. — Tous les vaisseaux des os, ceux de la moelle épiphysaire et diaphysaire, aussi bien que ceux de la substance compacte, communiquent fréquemment entre eux, de telle sorte que le système vasculaire forme dans l'os entier un tout continu, et que d'un point quelconque le sang peut passer dans toutes les parties de l'os. C'est ainsi que Bichat (*Anat. gén.*, t. III, p. 44) trouva que sur un sujet dont les artères nourricières du tibia étaient oblitérées, la matière de l'injection avait néanmoins parfaitement rempli les vaisseaux de la moelle.

Dans les *os courts*, les vaisseaux sanguins se comportent à peu près comme dans les épiphyses des os longs. Les rameaux artériels et veineux, en beaucoup de points de la surface, sont d'un petit volume. D'autres fois, ils sont très-volumineux, comme à la face postérieure des corps de vertèbres (veines basi-vertébrales de Breschet). Ces vaisseaux fournissent un réseau

illaire à la moelle, et pénètrent également dans les canalicules de rers, moins nombreux dans ces os.

es *os plats*, tels que le scapulum et l'os innominé, ont des trous nourers pour les grosses artères et veines, et reçoivent dans leur subice compacte des vaisseaux déliés provenant du périoste. Les parties ngieuses de ces os, dans le voisinage des cavités articulaires, possèdent vaisseaux nombreux et même d'un certain volume. Dans les os plats crâne, les artères, formées de rameaux généralement assez fins, se disuent, à partir de l'une et de l'autre face, dans la couche corticale et la stance spongieuse, et s'y comportent comme d'habitude. Les veines, s *diploïques*, au contraire, ne cheminent librement dans la moelle, ime celles des autres os, qu'au niveau de leurs radicules, tandis que les ies, branches et rameaux veineux d'un certain volume marchent isoent, le plus souvent sans être entourés de moelle, dans des canaux spéix, ramifiés, arborescents, d'un fort calibre (canaux osseux de Brest), qui s'ouvrent à la surface de l'os, dans des points déterminés et par arges ouvertures (émissaires de Santorini), et communiquent largement : les sinus de la dure-mère, dont la description appartient à l'anatomie criptive. Le nombre et le volume des veines, dans les os plats du crâne, t d'ailleurs extrêmement variables. Ces veines s'oblitèrent souvent les progrès de l'âge, et comme simultanément le diploé est lui-même uemment résorbé, il en résulte que les canaux veineux, ainsi que les is émissaires, présentent un calibre très-variable.

es *cartilages articulaires*, les autres cartilages annexés au système ux, et même les fibro-cartilages, sont complétement dépourvus de seaux, chez l'adulte, à l'état normal. Il faut en excepter le périchondre, , sous ce rapport, est cependant loin d'être comparable au périoste. is quelques cartilages, dans les cartilages costaux, par exemple, on voit lquefois apparaître des vaisseaux vers l'âge moyen de la vie, ou plus l; souvent dans ces cas, ces vaisseaux s'accompagnent ou sont suivis sifications partielles. Les *ligaments fibreux*, et particulièrement les *ments élastiques*, sont pauvres en vaisseaux et doivent être, sous ce port, placés sur la même ligne que les tendons. Les *membranes synoes* se font remarquer, au contraire, par le nombre de leurs vaisseaux guins, particulièrement les franges synoviales, dont nous avons parlé s haut. Dans les synoviales elles-mêmes, le réseau vasculaire, à mailles ez étroites, s'étend immédiatement au-dessous de l'épithélium, et les sseaux qui le composent, ont de 19 à 22 μ de diamètre.

3. Les *vaisseaux lymphatiques des os* ont été mentionnés par quelques eurs anciens et modernes (voy. *Mikrosk. Anat.* de Kölliker, II, 1, 336); endant ils sont encore toujours problématiques, et c'est en vain, jus'à ce jour, que je me suis efforcé de les découvrir. En ce qui concerne autres parties du système osseux, on peut se demander seulement si le *ioste* et les *capsules synoviales* renferment des lymphatiques. Ces vaisux n'ont pas encore été observés dans le périoste; dans les capsules

synoviales, au contraire, leur existence est admise par plusieurs auteurs, par Cruveilhier, par exemple. Ils ont été reconnus également par Teichmann (*Saugadersystem*, p. 100), qui les a vus s'étendre au voisinage de l'épithélium; ils sont relativement volumineux, mais difficiles à injecter.

A. Rauber croit avoir vu une glande lymphatique sur la capsule d'une articulation métacarpo-phalangienne (*loc. cit.*, p. 32). Mais, d'après la figure qu'il en donne (*loc. cit.*, pl. III, fig. 5), il est certain que les vaisseaux dudit corpuscule, qu'il considère comme comme des lymphatiques, sont des artères; ce dernier n'est donc qu'un glomérule artériel.

§ 92. **Nerfs du système osseux.** — Le *périoste* est riche en nerfs; mais la plupart ne lui appartiennent pas en propre, et sont destinés aux os (voy. plus bas). Si l'on n'envisage que les nerfs périostiques proprement dits, on peut se convaincre que leur nombre est assez restreint; en quelques points même, ils paraissent manquer complétement, comme, au col du fémur et au-dessous de certains muscles (sous le petit fessier et sous les péroniers, par exemple). Il est probable, cependant, qu'il n'y a pas d'os sur le périoste duquel on ne puisse rencontrer des nerfs en un point de son étendue. Ces nerfs sont situés dans la même couche que les vaisseaux; tantôt ils accompagnent les divisions vasculaires d'un certain volume, et tantôt ils cheminent isolément. Ils proviennent, en partie du moins, des branches nerveuses destinées aux os, et s'étendent sur de grands espaces, bien que leurs ramifications et leurs anastomoses soient assez rares. Les fibres primitives des rameaux nerveux ont, en moyenne de 4,5 à 9 μ de diamètre. Mais, par suite de divisions successives ou par un amincissement progressif, elles descendent à 2,6 ou 3,5 μ, et se terminent, en apparence, par des extrémités libres. J'ai observé de ces divisions de la manière la plus évidente dans le périoste de la fosse sous-épineuse et de la fosse iliaque de l'homme, et J.-N. Czermak en a trouvé également sur le frontal du chien. Il est à remarquer cependant que là, comme en une foule d'autres points, de nouvelles recherches devront décider s'il n'existe point des fibres terminales pâles. Sur les extrémités articulaires de quelques os, comme au coude, au genou et sur les malléoles, les nerfs m'ont paru plus abondants qu'ailleurs. Ces nerfs se divisent et s'anastomosent dans la couche de tissu conjonctif riche en vaisseaux qui recouvre le périoste proprement dit, et accompagnent généralement les vaisseaux dans leur distribution. Je n'ai trouvé en ces points ni division de fibres primitives, ni extrémités libres.

Les *nerfs des os* existent vraisemblablement partout (excepté toutefois dans les osselets de l'ouïe et dans les os sésamoïdes), mais ils ne se comportent pas exactement de la même manière dans tous les os. Ceux des *grands os longs* s'engagent avec les vaisseaux nourriciers dans les trous de même nom, sous la forme de rameaux (quand il y a deux trous nourriciers, il y a deux rameaux nerveux) d'environ 350 μ de diamètre, visibles, par conséquent, à l'œil nu. Ces nerfs se rendent directement dans

la cavité médullaire, où ils se divisent en suivant la distribution des vaisseaux, sans être cependant toujours accolés à ces derniers : ils gagnent ainsi les extrémités épiphysaires de l'os, se ramifient nombre de fois, mais ne forment, autant que j'ai pu le voir, que de rares anastomoses. Tous les os longs possèdent, en outre, dans leurs *extrémités*, beaucoup de nerfs très-fins, qui s'introduisent directement dans la substance spongieuse avec les vaisseaux nombreux de ces régions, et se ramifient dans la moelle. En troisième lieu, enfin, des filets nerveux très-fins pénètrent jusque dans la *substance compacte* des diaphyses, accompagnant les artérines qui la parcourent, et s'y distribuent indubitablement, quoiqu'il ne me soit jamais arrivé de les trouver dans la partie centrale de cette substance. Les *petits os longs* de la *main* et du *pied* se comportent de même; toutefois, la cavité médullaire étant peu développée, les nerfs ne sont pas aussi régulièrement divisés en nerfs diaphysaires et épiphysaires.

Parmi les *os courts*, les *vertèbres*, particulièrement leur corps, m'ont paru remarquablement riches en nerfs. Ces nerfs pénètrent dans le corps de la vertèbre, non-seulement en arrière, en compagnie des artères et des veines (veines basi-vertébrales), mais aussi en avant et sur les côtés, avec les vaisseaux, et se distribuent dans la moelle de la substance spongieuse. J'ai constaté également l'existence des nerfs dans l'astragale, le calcanéum, le scaphoïde, le cuboïde, le premier cunéiforme. Les plus grands de ces os reçoivent plusieurs filaments nerveux; dans les plus petits, il y en a toujours au moins un.

L'*omoplate* et l'*os de la hanche* possèdent des nerfs nombreux, qui s'engagent avec les gros vaisseaux dans les orifices signalés précédemment, c'est-à-dire en partie par la surface de l'os, et en partie dans le voisinage des cavités articulaires. Il n'est pas difficile non plus de démontrer la présence des nerfs dans le *sternum* et dans les *os plats du crâne*. Chez le nouveau-né, j'ai vu des nerfs s'engager dans l'occipital et dans le pariétal par les trous émissaires, qui, à cette époque, donnent aussi passage à des ramuscules artériels. Chez l'adulte, on trouve également des nerfs dans le frontal, dans les pariétaux, dans l'occipital. Il est vrai qu'ils sont peu nombreux : cependant çà et là on aperçoit, le long des petites artères, des filets nerveux microscopiques, qui s'engagent dans la substance compacte et qui pénètrent probablement jusqu'au diploé.

De ces observations, jointes à celles de Kobelt, Beck, Engel, Luschka, etc., il résulte indubitablement que le système osseux contient une notable proportion de nerfs. En ce qui concerne l'origine de ces nerfs, depuis longtemps on les a poursuivis jusque dans les nerfs cérébro-rachidiens : c'est ainsi que les nerfs diaphysaires du fémur, du tibia, de l'humérus ont pu être rapportés au nerf crural, tibial, ischiatique et perforant de Casserius; le filet qui s'engage dans le frontal, au nerf sus-orbitaire. J'ai vérifié l'exactitude de ces données en ce qui concerne les nerfs du tibia, et Luschka, pour ce qui est des nerfs de divers os du crâne et des vertèbres. Le nerf grand sympathique, cependant, n'est pas étranger

à la constitution de ces nerfs; Luschka, et Kobelt avant lui, l'ont démontré pour les vertèbres. L'inspection microscopique confirme ce fait; les nerfs des os, en effet, dans leurs troncs et dans leurs terminaisons, rappellent parfaitement les filets sensitifs des nerfs rachidiens : les troncs nerveux contiennent un tiers de fibres de 11 à 13 μ de diamètre, et deux tiers de fibres de 4 à 9 μ de diamètre; les branches d'un certain volume renferment surtout des fibres de 4 à 7 μ, mais aussi des fibres qui vont jusqu'à 13 μ; dans les rameaux les plus fins, enfin, on trouve seulement des fibres de 2,5 à 3,5 μ. Les nerfs du périoste, qui souvent se continuent manifestement avec les nerfs des os, et peuvent être suivis jusqu'aux nerfs des membres, procèdent probablement, en grande partie, des nerfs rachidiens; néanmoins il ne faudrait pas rejeter complétement toute participation du grand sympathique. Je n'ai jamais pu saisir le mode de terminaison des nerfs dans les os; tout ce que je puis dire, c'est que des nerfs de la moelle partent des filaments extrêmement fins, composés d'une ou de deux fibres nerveuses très-minces, et d'un peu de névrilème; mais il m'a été impossible de savoir ce que deviennent ces fibres.

Quant aux *ligaments*, j'ai trouvé que le ligament cervical du bœuf renferme quelques filets très-fins, de 9 μ de diamètre, accompagnant les petites artères et renfermant des fibres nerveuses de 2,6 à 3,3 μ de largeur. Rüdinger a démontré également dans les ligaments fibreux de l'homme l'existence de nerfs qui, d'après lui, se comportent comme dans les tendons. La membrane interosseuse de la cuisse reçoit du nerf interosseux (?) de petits ramuscules qui sont formés d'une à trois fibres de 6 à 9 μ de diamètre, et qui présentent de magnifiques ramifications des fibres primitives foncées, ainsi que des extrémités en apparence libres. — Je dois mentionner aussi un nerf de 67 μ de diamètre que j'ai vu s'engager avec une artère dans la portion fibreuse extérieure de la *symphyse pubienne*. — Pour ce qui est des *cartilages*, je n'ai rencontré jusqu'à présent des nerfs bien manifestes que dans la portion cartilagineuse de la cloison nasale du veau, dans les canaux cartilagineux qui logent les vaisseaux (artères). C'étaient des ramuscules très-déliés, de 13 à 22 μ de diamètre, dont les fibres avaient de 2,6 à 3,5 μ en diamètre. — On trouve beaucoup de nerfs dans les *capsules articulaires* (Pappenheim, moi, Rüdinger), aussi bien dans les capsules dites fibreuses et dans le tissu conjonctif lâche qui double les membranes synoviales, que dans ces membranes elles-mêmes (Rüdinger). Dans l'articulation du genou, j'ai vu également des nerfs dans les grandes franges vasculaires, qui, outre les artères, contenaient des filaments nerveux de 15 à 18 μ de diamètre, et dont les fibres, souvent bifurquées, mesuraient de 1,8 à 4,5 μ.

Un fait digne de remarque, c'est qu'on trouve des *corpuscules de Pacini* sur le trajet des nerfs des diverses parties du système osseux, tant sur les *nerfs de ces os* eux-mêmes (c'est ce que j'ai vu environ à 4,5 millimètres avant son entrée dans le trou nourricier, sur le nerf diaphysaire du tibia, sur le nerf principal du pre-

roissent comme eux, tantôt plus, tantôt moins. Ils s'ossifient une portion du cartilage étant remplacée complétement par de ance osseuse, de manière que le périchondre de cette portion périoste. A partir de ce moment, pour atteindre sa conformation e, l'os s'accroît en partie aux dépens du cartilage restant, qui ec lui et qui est remplacé peu à peu par des tissus osseux de formation, en partie aux dépens d'un tissu mou qui se dépose par couche à la surface interne du périoste et qui s'ossifie. Le groupe d'os se forme et s'accroît aux dépens d'un dépôt très-limité ème mou, non cartilagineux. A mesure que l'ossification s'en em- dépôt se renouvelle constamment, d'abord sur ses bords seule- bientôt aussi sur ses faces. Lorsque ces os ont atteint une cer- nension, le blastème qui jusqu'alors avait servi à leur accroissement, cartilaginifier en partie, et ce cartilage peut se comporter comme autres os; mais toujours la plus grande partie de la substance ice reste molle, et la masse principale de l'os procède de cette e, sans avoir passé par l'état cartilagineux.

ue le développement du tissu osseux ait donné lieu à un grand nombre de le mode suivant lequel les os se constituent dans leur totalité, comme or- cependant été peu étudié jusqu'ici. H. Meyer (*Müller's Arch.*, 1849) et tom. *Bericht*, Leipzig, 1849, et *Mikroskop. Anat.*, II, 1) avons les pre- rsuivi dans ses détails cette étude, dont antérieurement, en 1846 et 1847, harpey, Bowman et moi (*Zürch. Mitth.*, 1, p. 168), nous avions formulé principaux. Plus tard, Bruch, Virchow, Brandt, Robin, Tomes et de Mor- omplété cette étude par des travaux très-estimables. C'est enfin à H. Müller devons d'avoir établi solidement ce principe, affirmé d'abord par Sharpey u plus tard par Bruch, mais généralement négligé jusqu'alors, que les car- sont que les précurseurs des os, et ne deviennent jamais eux-mêmes

3° des membres thoraciques et pelviens complétement cartilagineux, composés de pièces égales en nombre et en forme à celles du squelette osseux, à l'exception toutefois du cartilage du bassin, qui forme une seule masse; 4° enfin un crâne cartilagineux incomplet. Ce *crâne primordial*, ainsi qu'on l'a désigné (*Mikrosk. Anat.*, pl. III, fig. 1-3), forme dans le principe une masse cartilagineuse continue, et correspond principalement à l'occipital (sauf la moitié supérieure de la portion écailleuse), au sphénoïde (à l'exception de l'aile externe de l'apophyse ptérygoïde), à la portion mastoïdienne et à la portion pierreuse du temporal, à l'ethmoïde, au cornet inférieur, aux osselets de l'ouïe et à l'os hyoïde; mais il représente aussi quelques parties cartilagineuses qui ne s'ossifient jamais, et dont les unes persistent toute la vie durant à l'état cartilagineux, comme la plupart des cartilages du nez et les apophyses cartilagineuses de l'os hyoïde, tandis que les autres disparaissent, comme l'apophyse de Meckel, comme deux lamelles cartilagineuses situées sous les os du nez, un prolongement cartilagineux qui unit l'apophyse styloïde à l'os hyoïde, et deux autres prolongements, dont l'un va de la partie extérieure de la petite aile du sphénoïde à la lame criblée de l'ethmoïde, et dont l'autre part des portions mastoïdienne et pierreuse du temporal, pour se diriger en haut et en avant. Le crâne cartilagineux de l'homme manque complétement de voûte, presque complétement de parois latérales et de tout ce qui doit plus tard donner naissance aux os de la face. Dans les points du crâne où il n'existe point de cartilage, la cavité se trouve close par une membrane fibreuse, qui n'est autre chose que la capsule céphalique primordiale développée. Il résulte de là qu'à cette époque, le crâne, quoique partiellement cartilagineux, est cependant aussi complet que dans le principe, et qu'il correspond toujours à son ébauche primitive. Dans les mammifères, dans le cochon, par exemple, le crâne cartilagineux est parfois beaucoup plus complet (voy. ma *Mikrosk. Anat.*, tab. III, fig. 4 et 5).

Relativement au *développement des premières cellules de cartilage*, il est facile de démontrer, chez les batraciens, qu'elles dérivent des cellules formatrices primordiales (voy. ma *Mikrosk. Anat.*, II, p. 349), et très-probablement il en est de même chez l'homme et les mammifères. Dans un embryon humain de huit à neuf semaines, dont les membres commençaient à paraître, on ne voyait encore, dans leur épaisseur, presque aucune trace de cartilage figuré, et les cellules les plus internes des membres rudimentaires pouvaient à peine être distinguées des cellules situées à l'extérieur. Ces cellules avaient de 9 à 13 μ de diamètre; elles étaient sphériques et renfermaient un contenu granuleux grisâtre, avec un noyau médiocrement distinct, de 7 μ de diamètre; elles formaient par leur assemblage, et sans substance intermédiaire appréciable, un tissu peu consistant. Plus tard, ces cellules se transforment en belles vésicules polygonales, toujours très-serrées les unes contre les autres, à parois distinctes, qui, ainsi qu'on le reconnaît en étudiant les phases subséquentes, ne sont autre chose que ce qu'on appelle les capsules du cartilage. A l'époque où ces jeunes capsules deviennent distinctes, il n'existe point encore de substance interstitielle; celle-ci n'apparaît que plus tard, et cela, comme la chose est facile à constater, non par dissolution des capsules, mais bien dans leurs interstices. Lorsqu'on examine le développement ultérieur des cartilages jusqu'à la fin de la vie fœtale (abstraction faite de l'ossification), voici ce qu'on observe de spécial:

cochon de 8 centimètres de longueur, hwann, l'espace occupé par les cellules :es à fines parois et pourvues de noyaux

FIG. 152.

trois fois plus considérable que celui que prend la substance intermé--même j'ai trouvé, sur un embryon humain de cinq mois, des cellules : de 7 à 17 μ de diamètre, avec ou sans cellules filles, pourvues ou non istinctes, et séparées les unes des autres par des espaces de 4 à 11 μ de nplis d'une substance homogène. D'après Harting, les cellules ont, chez -né, 28 à 32 μ dans leur grand diamètre, 7,2 μ dans le sens du dia-sversal, et sont trois à quatre fois plus nombreuses que chez le fœtus de ; mais, à cette époque, leur volume total est inférieur à celui de la ntermédiaire et n'en constitue guère que la moitié. Après la naissance, :e intermédiaire et les cellules des cartilages qui ne sont point destinés s'accroissent à peu près également, de manière que leurs proportions nt sensiblement les mêmes chez l'adulte que chez le nouveau-né. Les ıt 8 à 10 fois plus volumineuses chez l'adulte que chez le nouveau-né d'après le même observateur, elles ont diminué en même temps de nom-n qu'on ne trouve plus que la moitié environ de celles qui existent chez qu'il explique par une dissolution des cellules. Les nombres fournis par me paraissent pas suffisants pour étayer cette proposition, et, alors la chose serait établie, je ne pourrais souscrire à l'interprétation qu'il en il n'existe pas un seul fait qui soit favorable à l'hypothèse d'une disso-:ellules de cartilage.

uelques mots seulement sur la *corde dorsale*. A l'état de développement le constitue un cordon cartilagineux cylindrique, arrondi à son extrémité terminé en pointe en arrière, qui, chez les très-jeunes embryons, s'étend ion des corps de vertèbres et de la base du crâne futurs, depuis la tête :trémité postérieure du corps, et représente pour l'organisme un axe ine consistance et non articulé. Autour de la corde dorsale, mais sans irecte avec elle, naissent isolément les rudiments cartilagineux des corps s et de la base du crâne, ainsi que les ligaments intervertébraux; plus e dorsale disparaît dans les vertèbres. Dans quelques régions, comme au s l'apophyse odontoïde et à la base du crâne, les restes de la corde dorsale

vertébraux, dont le noyau gélatineux est formé en grande partie par les restes de la corde dorsale (voy. plus haut, § 88).

§ 95. **Métamorphoses du squelette cartilagineux primitif.** — Parmi les cartilages originaires, quelques-uns se développent comme le reste du squelette et forment les cartilages persistants du nez, des articulations, des symphyses et des synchondroses ; d'autres disparaissent complétement dans le cours du développement (certains cartilages crâniens, voy. § 94); d'autres enfin, de beaucoup les plus nombreux, s'ossifient et forment tous les os du tronc et des membres, ainsi qu'une grande partie de ceux du crâne. Tous ces os se développent essentiellement de la même manière : en un ou plusieurs points, on voit apparaître, dans l'épaisseur du cartilage, des dépôts de sels calcaires entre les cellules de cartilage (points d'ossification), de sorte que peu à peu le cartilage, sans que ses cellules subissent d'abord la moindre modification, passe à l'état d'incrustation calcaire. Puis les parties calcifiées (capsules de cartilage et substance interstitielle) se dissolvent, et les grandes cavités qui en résultent sont remplies par les cellules de cartilage en voie de multiplication (les protoblastes des capsules de cartilage); ces cellules, dès lors, représentent la jeune moelle, point de départ de la véritable substance osseuse, qui se dépose à côté des restes du cartilage calcifié et en prend peu à peu la place. Cette transformation s'étend tantôt suivant certaines directions, tantôt dans tous les sens, changeant en os des portions de plus en plus grandes de cartilage. Pendant que ces phénomènes s'accomplissent, le cartilage cesse la plupart du temps de s'accroître dans une certaine direction; aussi est-il bientôt complétement transformé, à ce niveau, en substance osseuse. Il continue de croître, au contraire, dans les autres sens, et fournit sans cesse à l'os en voie de développement de nouveaux matériaux cartilagineux, qui deviennent parfois le siége de noyaux d'ossification distincts, comme dans les épiphyses. Mais lorsque le cartilage a complétement disparu et que le périchondre est devenu périoste, l'os ne cesse pas de grandir; un nouveau mode de formation survient, qui doit conduire l'os à son développement complet : il consiste en ce que le périoste vasculaire fournit par sa face profonde un tissu mou, qui s'ossifie des points où elle touche la surface de l'os vers l'extérieur, et qui se reproduit incessamment, à mesure qu'elle est envahie par l'ossification.

§ 96. **Changements qui s'opèrent dans le cartilage d'ossification.** — A l'époque de l'ossification, il s'accomplit dans les cellules du cartilage un travail très-actif de végétation. Ce travail consiste en ce que les cellules, jusqu'alors petites et ne contenant qu'un petit nombre de cellules filles, commencent à croître, et donnent naissance à des générations successives de cellules. Le même phénomène s'observe sur les limites des points ossifiés, où l'on trouve des cellules volumineuses dans le voisinage immédiat de la portion osseuse déjà formée, des cellules d'autant plus

etites qu'on s'en éloigne davantage. Toutes ces cellules dont va s'empa-
r l'ossification n'ont qu'une capsule de cartilage peu épaisse et un pro-
blaste assez limpide, plus rarement granuleux, avec un beau noyau
iculeux, sphérique, pourvu d'un
céole. Mais l'eau, l'acide acétique,
lcool, la dessiccation, etc., les altè-
nt très-rapidement : le protoblaste
rétracte vers le noyau, et il en résulte
corpuscule granuleux et foncé, ar-
ndi ou allongé, dentelé ou même
oilé (corpuscule de cartilage des
teurs).

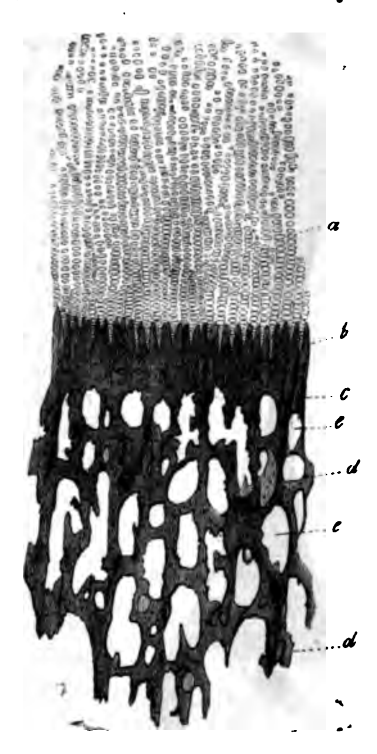


FIG. 153.

Le *volume* et la *disposition* de ces cel-
les varient considérablement suivant
s régions. Pendant la vie embryon-
ire, elles grossissent graduellement,
dis qu'après la naissance, leur
lume paraît rester à peu près le
ême. Quant à leur disposition, il est
e règle que là où les cartilages ne
ssifient que dans une direction dé-
rminée, les cellules sont rangées
séries sur le bord de la portion
ifiée. Ce fait, connu depuis long-
mps, est on ne peut plus évident
s les extrémités de la diaphyse des
ands os longs; là, les séries de cel-
les sont placées régulièrement et
rallèlement les unes aux autres, et ont une longueur notable. On
ut observer cette disposition dans tous les os longs, et aussi dans
aucoup d'autres, toutes les fois que leur cartilage ne s'ossifie que
ns une direction déterminée, ainsi que cela a lieu, par exemple, pour
s faces correspondantes des vertèbres. Là, au contraire, où les points
ossification, placés au centre du cartilage, s'accroissent dans tous les
ns, les cellules de cartilage sont irrégulièrement groupées en petits
nas arrondis ou légèrement allongés : c'est ce qu'on observe dans les os
urts, pendant les premiers temps de leur formation, et dans les épi-
yses. Lorsqu'on compare entre elles les cellules placées dans le voisi-

FIG. 153. — Coupe perpendiculaire pratiquée sur le bord d'un point d'ossification
istant dans la diaphyse du fémur chez un enfant de quinze jours. — Grossissement de
diamètres. — *a*, cartilage dont les cellules forment des séries longitudinales d'autant plus
gues qu'on les examine plus près du bord de la portion ossifiée; *b*, bord du point d'ossifi-
tion : les raies noires représentent les progrès de l'ossification dans la substance inter-
llulaire; les lignes claires représentent les cellules de cartilage qui s'ossifieront plus tard;
couche compacte de substance osseuse dans le voisinage du bord du point d'ossification;
substance spongieuse de l'os formée par résorption de la substance osseuse; *e*, espaces
édullaires, dont le contenu n'est pas représenté.

nage ou à une certaine distance des points ossifiés, et celles des groupes isolés, on constate que leur véritable arrangement est en connexion intime avec leur mode de multiplication. Chaque groupe en particulier (ou même deux groupes voisins) correspond assez exactement à une seule cellule originaire, et représente tous les descendants auxquels elle a donné naissance dans le cours du développement. Tantôt toutes ces cellules se disposent les unes derrière les autres sur une ou deux lignes, ce qui produit, quand la multiplication fait de nouveaux progrès, les séries dont nous avons parlé; tantôt elles forment, au contraire, des amas plus arrondis. Pendant que ces phénomènes ont lieu, tantôt les cellules originaires (premières capsules mères) disparaissent par dissolution dans la substance fondamentale du cartilage et cessent d'exister comme parties distinctes, tantôt elles persistent; la même chose a lieu pour les générations ultérieures. Dans les amas arrondis de cellules, qui sont plus petits, cette persistance de la cellule originaire est le cas ordinaire, et généralement on distingue, autour de ces amas, un contour qui n'est que la paroi distendue de la première cellule. Dans les cellules disposées en séries, au contraire, les parois des cellules originaires se trouvent si bien confondues avec la substance intercellulaire, qu'ordinairement elles ne peuvent plus être reconnues.



FIG. 154.

La couche de cartilage où se trouvent les grosses cellules qui sont le siége de cette active multiplication a une épaisseur totale qui varie dans les divers cartilages. Elle est très-mince autour des points osseux des épiphyses et des os courts; dans les diaphyses, elle a une épaisseur de 1/2 à 1 millimètre. Partout elle se fait remarquer par sa couleur jaunâtre, demi-transparente, et par sa substance fondamentale striée, d'apparence fibreuse (Brandt l'a vue quelquefois homogène), et se distingue ainsi du reste du cartilage, qui, comme d'ordinaire, est blanc, bleuâtre, et présente une substance interstitielle homogène ou finement granulée.

Un phénomène remarquable, c'est l'apparition des vaisseaux dans les

FIG. 154. — Fémur d'un enfant de deux semaines. Grandeur naturelle. — *a*, substance compacte de la diaphyse; *b*, canal médullaire; *c*, *c*, substance spongieuse de la diaphyse; *d*, *d*, épiphyses cartilagineuses, parcourues par des canaux vasculaires; *e*, point d'ossification de l'épiphyse inférieure.

tilages en voie d'ossification ; on en trouve, en beaucoup de points, à tir du milieu de la vie fœtale, et même plus tôt dans quelques cartilages, s les vertèbres, par exemple. Ces vaisseaux précèdent plus ou moins gtemps l'apparition des points osseux et les accompagnent dans leur roissement. Sur un sujet de seize ans, j'ai même rencontré des vaisux dans les cartilages articulaires des épiphyses des os longs : de la por- ossifiée, ils se dirigeaient perpendiculairement dans le cartilage épisaire, s'y ramifiaient et se terminaient un peu au-dessous de la surface e du cartilage. Les vaisseaux du cartilage occupent tous des canaux usés dans la substance cartilagineuse et limités par des cellules de carge étroites et allongées; ces canaux, qui, sur un fœtus de cinq is, ont déjà un diamètre de 40 à 90 μ, sont désignés quelquefois sous om de *canaux vasculaires des cartilages*, ou *canaux des cartilages* ; ils tent du périchondre, et aussi, quand il existe déjà un point osseux culaire (comme dans les diaphyses), bien qu'en petit nombre, dans le ncipe du moins, des bords du point d'ossification ; ils pénètrent dans artilage, le traversent dans des directions variées, en fournissant quels rameaux et, suivant toute apparence, sans s'anastomoser entre eux, se terminent par des extrémités en cul-de-sac, généralement renflées. s canaux prennent naissance par ramollissement des éléments du carge, avec multiplication simultanée des cellules de cartilage, de la me manière que les espaces médullaires des os eux-mêmes; ils renment, dans le principe, une substance formatrice (*moelle de cartilage*) nstituée par de petites cellules arrondies et correspondant à la moelle tale du cartilage. En peu de temps, il se développe aux dépens de cette stance de véritables vaisseaux, pleins de sang, ainsi qu'une paroi fore d'un tissu conjonctif plus ou moins parfait, dans lequel on rencontre s tard des fibrilles élastiques. Quant aux vaisseaux envisagés en euxmes, on trouve dans un même canal de cartilage tantôt un seul vaisu d'un certain volume (souvent très-manifestement une artère à parois sculeuses), tantôt des capillaires en nombre variable; mais jusqu'à prént, il m'est impossible de dire comment la circulation se fait dans ces isseaux. Il faut ou bien que les vaisseaux des divers canaux s'anastosent entre eux, ou bien, si ces canaux sont réellement fermés à leurs trémités, qu'il y ait des artères et des veines dans un seul et même nal.

Le rôle que jouent les vaisseaux du cartilage paraît être double : ils nt destinés d'abord et surtout à apporter au cartilage les substances cessaires à son accroissement et à son développement ultérieur; en cond lieu, ils favorisent l'ossification. La première destination est trèsidente dans les cartilages épais des épiphyses, lesquels continuent longmps à croître avant de s'ossifier, et qui même plus tard ne cessent encore se développer; la seconde se manifeste peut-être particulièrement ns les os courts, qui ne se vascularisent qu'immédiatement avant ssification. Ce n'est pas à dire, cependant, qu'un cartilage sans

vaisseaux ne puisse s'accroître ni s'ossifier; mais, si ce fait se produit chez les animaux, et peut-être aussi chez l'homme, en quelques points (pendant l'apparition des premiers points d'ossification dans les diaphyses, dans les osselets de l'ouïe, par exemple), cela ne prouve pas que les vaisseaux, quand on les rencontre, sont sans importance dans les phénomènes en question. Il n'est donc pas exact, et H. Müller est de cet avis, de considérer, avec H. Meyer, les vaisseaux comme quelque chose d'accidentel, n'ayant avec le développement des os aucune connexion nécessaire.

Le rôle que joue la multiplication endogène des cellules dans l'accroissement des cartilages avait échappé à Schwann; mais il ne pouvait rester inconnu aux observateurs venus après lui, quoique beaucoup d'entre eux ne puissent encore aujourd'hui se résoudre à l'admettre (consultez Reichert, *Bindegew.*, p. 124). Déjà, en 1846 (*Ann. des sciences natur.*, p. 22), j'ai montré que l'accroissement des cartilages embryonnaires dépend uniquement de la multiplication endogène des cellules. En ce qui concerne spécialement les cartilages placés sur la limite des points ossifiés, Todd et Bowman (*Phys. Anat.*, I, p. 121) et moi (*Zürch. Mitth.*, 1847, p. 170), nous avons positivement insisté sur la multiplication endogène des cellules. Plus tard, Virchow (*Arch.*, 1849, III, p. 221) et H. Meyer (*Müller's Arch.*, 1849) ont montré que les séries et les groupes de cellules de cartilage placés sur les limites des points ossifiés procédaient d'une seule cellule mère. Je partage complétement cette manière de voir, sauf cependant que je ne fais pas dériver chaque série d'une cellule unique. Si l'on rattache les séries de cellules à une production endogène de cellules ayant lieu dans une direction déterminée, il devient assez superflu d'invoquer en outre une *orientation* (Virchow) ou un *déplacement* (H. Müller) des cellules de cartilage.

Relativement à la *formation des canaux de cartilage et de la moelle de cartilage*, Virchow croit avoir remarqué sur des os rachitiques (*Arch.* V, p. 428) que, tandis que la substance cartilagineuse et les capsules du cartilage prenaient un aspect trouble et strié, les cellules de cartilage ou les protoblastes paraissaient plus grands et plus granuleux, et présentaient des noyaux plus nombreux. Cette substance cartilagineuse, ainsi modifiée, se transformait ensuite peu à peu en une véritable substance médullaire, qui entourait encore, çà et là, des îlots distincts de matière cartilagineuse; tandis qu'elle était constituée elle-même principalement par des cellules granuleuses, de dimensions variables, à un ou plusieurs noyaux, et par la substance fondamentale dont il vient d'être question. Je puis aujourd'hui, comme H. Müller, affirmer que ces observations s'appliquent parfaitement aux os sains, et je ne doute aucunement que les petites cellules originaires de la moelle de cartilage ne proviennent *toutes* de cellules de cartilage, qui se sont multipliées énormément par des scissions successives, en même temps que leurs capsules et la substance fondamentale qui les séparait sont entrées en dissolution. Les cellules de la moelle, à leur tour, par des transformations très-rapides, donnent naissance aux vaisseaux des canaux du cartilage et à leur enveloppe conjonctive. — Ainsi, la production des canaux du cartilage tient principalement à la dissolution, dans une direction déterminée, du cartilage, laquelle commence au périchondre ou près de l'os diaphysaire. D'après H. Müller, ces canaux, une fois formés, s'élargiraient aussi par végétation de leur contenu et refoulement de la substance cartilagineuse voisine.

§ 97. **Transformation du cartilage en os.** — La première modification qui se produit dans les points d'ossification des cartilages, consiste dans leur calcification, c'est-à-dire dans le dépôt de sels calcaires granuleux ou

meaux calcaires dans la substance fondamentale et dans les capsules rtilage, tandis que les cellules ne subissent d'abord aucune altéra-

Dans les os courts et dans les épiphyses, il se forme ainsi un point ire central; dans la diaphyse des os longs, au contraire, c'est la ce du cartilage, dans certains cas, qui se calcifie d'abord dans toute ériphérie, et la partie centrale un peu plus tard seulement. Les pre- s points d'ossification étant ainsi ébauchés, la calcification du carti- s'étend bientôt dans tous les sens, comme dans les régions précitées, ien seulement dans deux directions, comme dans les diaphyses; puis produit une série de modifications nouvelles, qu'il est nécessaire asser successivement en revue.

dépôt de sels calcaires dans la substance fondamentale du cartilage t toujours sous la forme de *grumeaux*. Les *grumeaux calcaires* sont idriques, à angles arrondis; ils sont blancs à la lumière directe, s quand on les examine par transparence, et se dissolvent facilement les acides, avec dégagement d'acide carbonique. Ils ont des dimen- s différentes dans les divers os, depuis une finesse extrême jusqu'à u même 4 μ. Leur volume, cependant, ne paraît être subordonné l'époque de l'observation, ni au point observé; bien qu'il y ait une ine régularité dans leurs dimensions respectives aux divers points, lume est plutôt subordonné aux variations qui surviennent dans l'afflux atériaux nutritifs vers les points d'ossification. Si, sur des coupes oscopiques, on suit les grumeaux depuis les bords du point ossifié la profondeur de l'os, on reconnaît que, dans une certaine étendue, bstance fondamentale du cartilage présente d'une manière assez dis- te, bien que graduellement décroissante, l'apparence granuleuse et ée de ces bords; qu'ensuite elle devient peu à peu plus claire, plus parente, et qu'enfin elle revêt une apparence assez homogène. Selon apparence, les grumeaux primitifs se confondent peu à peu les uns les autres; ils étaient d'abord disséminés par petits dépôts dans la tance fondamentale; bientôt ils l'imprègnent tout entière, et cessent i de se montrer comme parties isolées et distinctes.

i ce qui concerne la *formation des cavités osseuses* aux dépens des cel- s de cartilage, je croyais autrefois, ayant trouvé un excellent moyen ide dans les *os rachitiques*, avoir donné l'explication des points plus essentiels du problème. Mais les recherches de H. Müller dé- trent que dans l'ossification normale du cartilage, les cellules de lage ne se transforment jamais directement en cavités étoilées. h, d'ailleurs, avait déjà affirmé la même proposition; mais il faut naître qu'il se basait sur des faits assez incertains. Cette transforma- n'a lieu que pour les cellules qui naissent des cellules de cartilage, ui enlève à mes observations sur le rachitisme une partie de leur ur.

ur des os normaux, l'ossification, d'après les recherches de H. Müller, ait d'une manière différente; on y peut distinguer les principaux

phénomènes suivants. D'abord, comme il a été dit, la substance fondamentale, ainsi que les capsules de cartilage, s'imprègne de matière calcaire; puis il se forme aux dépens des protoblastes de ces dernières, et par des scissions répétées, des générations successives de jeunes cellules, en même temps que les capsules calcifiées, par suite de la dissolution des cloisons qui les séparent, s'ouvrent les unes dans les autres, et que la substance interstitielle du cartilage se détruit également; de là résultent de vastes cavités anfractueuses, qui sont les jeunes espaces médullaires. Enfin ces jeunes cellules, constituant la moelle formatrice des os, donnent naissance tant à la substance osseuse définitive, qui se dépose autour des restes de la substance fondamentale ossifiée du cartilage, qu'à la moelle définitive, avec ses vaisseaux et ses autres éléments.

Si maintenant nous voulons examiner ces phénomènes d'un peu plus près, nous n'avons rien à ajouter d'essentiel, à ce que nous avons dit au sujet de l'ossification de la substance fondamentale du cartilage. Quant à la production de *la moelle osseuse primitive et des espaces médullaires primitifs*, ces derniers résultent et de la dissolution des capsules de cartilage calcifiées et de la résorption de la substance interstitielle qui sépare les groupes ou séries de capsules. La dissolution des capsules qui produit de grandes cavités est extrêmement facile à observer sur les extrémités diaphysaires des os en voie de croissance; elle donne naissance à ces cavités longues et étroites, à parois anfractueuses, qui ont été figurées nombre de fois (fig. 155), et qui répondent aux séries de capsules de cartilage dont il a été question précédemment. Mais on peut aussi s'assurer facilement de ces phénomènes de dissolution sur les noyaux épiphysaires et sur les os courts; seulement ici, en raison de la configuration différente des amas de capsules de cartilage, les cavités qui se forment seront naturellement plus ou moins arrondies. Or, dans la plupart des cas, cette dissolution de certains groupes de capsules de cartilage constitue le premier phénomène de la formation des espaces médullaires. Bientôt cependant, quelquefois même simultanément, les cavités voisines commencent aussi à s'unir entre elles, et c'est ainsi que se forme, en dernier lieu, ce tissu spécial, aréolaire, spongieux, à mailles tantôt allongées, tantôt arrondies, que l'on rencontre partout à une certaine distance du bord de la portion calcifiée du cartilage.

Il est à remarquer, en outre, que dans beaucoup d'os, *certains espaces médullaires naissent immédiatement des canaux du cartilage*, attendu qu'une portion de ces espaces communiquent directement, au niveau du bord du point ossifié, avec les espaces creusés dans l'os.

Au moment de leur production, les espaces médullaires contiennent un tissu rougeâtre, appelé *moelle fœtale* ou moelle formatrice. Cette moelle, dans l'origine, est formée exclusivement, outre un peu de liquide, d'une multitude de cellules arrondies, à un ou deux noyaux et à contenu granuleux, qui dérivent des protoblastes du cartilage, ainsi que l'ont démontré Bidder, Rathke, Reichert, et plus tard aussi Virchow. En fait, il est

montrer, comme je l'ai vu après Müller, dans les capsules de
i occupent la périphérie des points ossifiés, surtout sur les os

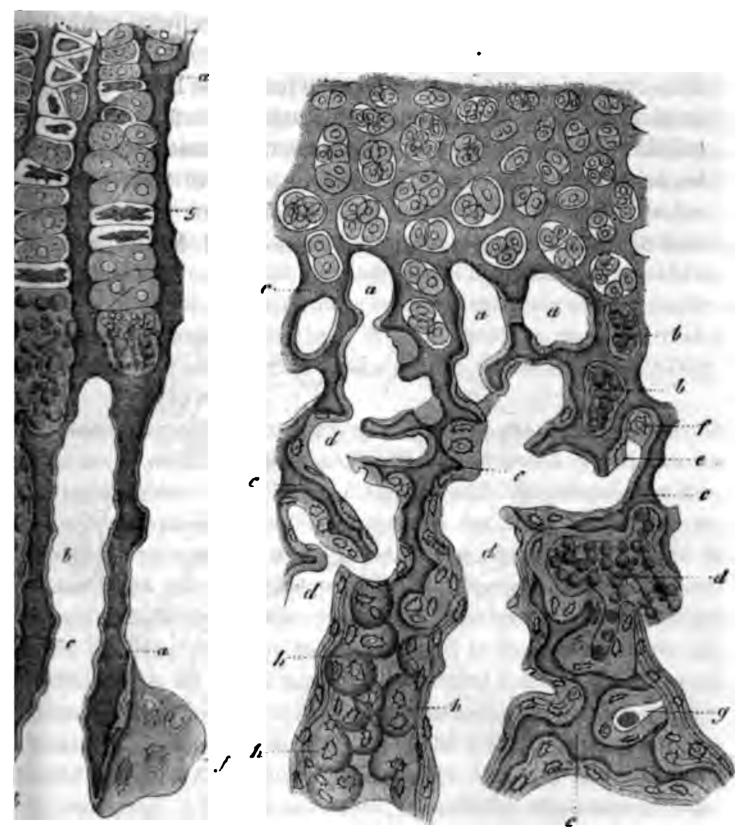


FIG. 155. FIG. 156.

des générations de jeunes cellules (protoblastes) qui, évidem-

· Section longitudinale à travers le bord du point d'ossification de la diaphyse
n, provenant d'un embryon de veau de 64,8 centimètres de longueur. — *a*, sub-
ntale du cartilage; *b*, substance osseuse véritable; *c*, cellules médullaires
sformation pour devenir des cellules osseuses; *d*, moelle vasculaire; *e*, deux
s vues de face dans une couche extrêmement mince d'os véritable; *f*, frag-
eu plus gros; *g*, protoblastes ratatinés des capsules de cartilage. (D'après

Section longitudinale passant par le bord du point d'ossification de l'épiphyse
du veau. — *a*, petits espaces médullaires; *b*, espaces renfermant des cellules
dont les communications avec les autres ne sont pas visibles; *c*, substance fon-
ifiée du cartilage; *d*, vastes espaces médullaires : l'un d'eux est figuré avec
lullaires et un vaisseau sanguin, les autres sont représentés vides à dessein;
llaire en voie de transformation en cellule osseuse; *f*, capsule de cartilage
re sa paroi; *h*, restes de capsules de cartilage remplis de cellules osseuses
substance osseuse. — Préparation à l'acide chromique. — Grossissement de
(D'après Müller.)

ment, de même que les cellules de la moelle de cartilage, doivent leur origine à une multiplication active des protoblastes des capsules de cartilage, et qui, plus tard, lorsque les capsules s'ouvrent les unes dans les autres, se transforment immédiatement en cellules médullaires. Avec le temps, ces cellules, qui ont quelque analogie avec celles qu'on rencontre, dans certains os, même chez l'adulte (voy. plus haut), se changent en tissu conjonctif, vaisseaux, cellules adipeuses et nerfs, en outre et surtout en cellules formatrices de la *véritable substance osseuse*, laquelle se dépose sur les parois des espaces médullaires, en d'autres termes, contre les trabécules du réseau qui provient de la calcification du cartilage. La production de cette substance, d'après l'exposé de H. Müller, auquel je me rallie

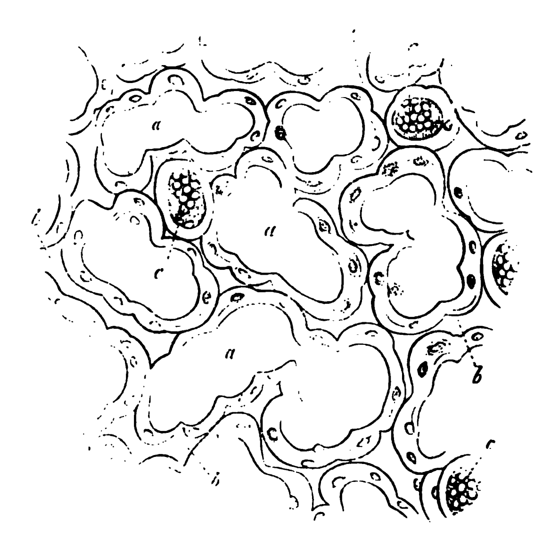


FIG. 157.

complétement, s'opère exactement comme dans les espaces médullaires des parties osseuses issues de tissu conjonctif, attendu que les cellules ostéogènes ou les *ostéoblastes*, comme les appelle Gegenbaur, se développent en cellules osseuses étoilées, en même temps qu'apparaît entre elles une substance interstitielle homogène qui s'incruste de sels calcaires. Il est à remarquer, en outre, que, suivant toute apparence, aucune

FIG. 157. — Section transversale à travers la substance osseuse de nouvelle formation existant derrière le bord d'ossification de la diaphyse du tibia chez un embryon de veau un peu âgé. — Préparation à l'acide chlorhydrique et chromique, nettoyée avec un pinceau. — Grossissement de 250 diamètres. — *a*, espaces médullaires débarrassés des cellules médullaires et des vaisseaux qui les remplissaient complétement; *b*, restes de la substance fondamentale du cartilage calcifiée; *c*, espaces médullaires avec cellules médullaires. — Tout le reste est de la substance osseuse véritable nouvellement déposée, avec des cellules osseuses en voie de formation, dont quelques-unes ne sont pas encore englobées tout à fait dans la substance interstitielle qui s'incruste de sels calcaires.

apsule de cartilage, chez l'homme, ne se développe, dans les conditions ormales, en une véritable capsule osseuse, avec cellule étoilée incluse, i ce n'est dans la clavicule (voy. la note). Quant au sort ultérieur de cette éritable substance osseuse, déposée sur les restes du cartilage calcifié, omme le montrent les figures 156 et 157, il est variable. Aux extrémités de la diaphyse des os longs, elle n'a, *aussi longtemps que l'os s'accroît, qu'une xistence passagère*, et de même que les restes du cartilage calcifié, elle st utilisée peu à peu pour la formation des grandes cavités médullaires. es choses se passent autrement dans les os courts et dans les noyaux piphysaires, où toujours une portion notable des dépôts primitifs se conserve, même lorsque plus tard il se développe des cavités médullaires 'une certaine étendue, comme, par exemple dans l'intérieur des vertèbres. ans ce cas, la substance fondamentale calcifiée est résorbée graduellement d'une manière complète, ou bien il s'en conserve quelques restes solés, ainsi qu'on peut l'observer très-bien sur les osselets de l'ouïe (voy. ig. 5 de Müller).

Les cellules de la moelle formatrice qui ne sont pas utilisées pour le éveloppement de la véritable substance osseuse, servent à constituer les éléments de la moelle définitive; la *vascularisation* y fait des progrès rapides, i bien que peu de temps après le développement des espaces médullaires, n trouve déjà des vaisseaux dans leur intérieur; la production de la graisse et des *nerfs* est plus lente. Cependant, à l'époque de la naissance, es derniers sont très-faciles à voir dans les grands os longs, plus faciles nême que chez l'adulte, parce qu'à cette époque la moelle se laisse enever plus aisément sous un filet d'eau; naturellement leurs fibres sont plus ines que dans la suite. Les cellules adipeuses ne se voient encore u'en petit nombre : la moelle, chez l'homme du moins, est encore toute ouge, à cause du sang et des cellules médullaires, légèrement colorées en ouge, qu'elle renferme. Après la naissance, les cellules adipeuses se multiplient peu à peu, jusqu'à ce qu'enfin la moelle, en raison de leur nombre norme et de la disposition des cellules médullaires, qui, en définitive se ansforment toutes ou presque toutes en éléments de la moelle véritable, it pris sa couleur et sa consistance ultérieures.

Nous devons ajouter ici quelques mots sur la formation des *articulations* *des synchondroses*. Les premières sont loin de se développer partout de la même manière; il y a lieu de distinguer avant tout les articulations entre s os de revêtement (articulations de la mâchoire inférieure) de celles du quelette primordial. Pour ce qui est de ces dernières, on trouve en certains endroits, ainsi que les embryologistes le savent, depuis Rathke, pour s côtes et le sternum et comme le figure Vogt pour les phalanges du iton (Alytes, pl. III, fig. 1), là où plus tard se trouvera une articulaon, une masse cartilagineuse continue, dans laquelle il se forme ensuite ne cavité, par une sorte de ramollissement, tandis que les parties voisines se changent en capsule synoviale. D'autres fois, ainsi que Bruch Beitrage, p. 42) l'a avancé avec raison, il y a simplement entre les extré-

mités cartilagineuses une substance formatrice molle, comme entre les os du tarse et du carpe, et d'après ce que j'ai vu, entre les grands os des membres, substance dont la dissolution donne naissance à la cavité articulaire comme dans le cas précédent; ce mode de formation est considéré comme l'unique (Luschka, *Halbgelenke*, p. 6). A la mâchoire inférieure, il n'y a point d'union primitive entre les parties qui s'articuleront plus tard entre elles; il se produit là une articulation à peu près comme dans certains cas pathologiques. — Parmi les *synchondroses*, celles du bassin, qui représentent une sorte d'articulation, sont assez bien connues dans leur développement d'après ce qui vient d'être dit. Quant à celles des vertèbres, voici ce qui est à noter : autour de la corde dorsale, il se produit, chez les très-jeunes embryons, une substance formative (gaîne externe, Rathke) dont les cellules se transforment en cellules de cartilage, à l'exception d'une couche superficielle qui devient du tissu conjonctif. Ces cellules de cartilage se différencient de bonne heure par leur mode d'arrangement, de sorte qu'on peut distinguer des corps de vertèbre rudimentaires et des masses qui les unissent entre eux. Ce qui bientôt rend la distinction plus tranchée, c'est que dans ces dernières la substance fondamentale devient fibroïde, et que la corde, en grossissant, prend l'aspect de renflements arrondis. Ces renflements, comme nous l'avons déjà dit, produisent, en grande partie du moins, les futurs noyaux gélatineux, tandis que les parties fibro-cartilagineuses des ligaments se transforment en tissu fibreux, leur substance fondamentale devenant plus ou moins nettement fibreuse, et une portion des cellules se changeant en cellules plasmatiques étoilées. Ainsi, la masse principale des ligaments a la signification du cartilage vrai, et les couches superficielles seules, le périchondre primordial, sont véritablement du tissu conjonctif.

Mes observations sur la formation des cellules osseuses dans le rachitisme ont encore toujours leur importance; voici ce qui, de ces observations, est relatif à notre sujet. Les cellules osseuses naissent dans ce cas, et déjà Schwann regardait la chose comme possible, Henle, comme probable, de même que les cellules végétales lignifiées à canalicules poreux ou ponctués, des capsules de cartilage par épaississement et ossification de leur paroi, en même temps qu'il se forme dans leur épaisseur des vacuoles canaliculées, et que les protoblastes qu'ils renferment se développent en éléments étoilés, remplissant les futures cavités osseuses. Dans l'ossification des diaphyses rachitiques (voy. fig. 39, et *Mikrosk. Anat.*, II, 1, fig. 112), ce phénomène se voit admirablement. Si l'on suit de dehors en dedans les capsules de cartilage de la surface du point d'ossification, capsules assez volumineuses ici, et rangées en séries, on reconnaît bientôt que là où commence le dépôt de sels calcaires, généralement sans grumeaux, les capsules, au lieu d'une enveloppe figurée simplement par une ligne médiocrement large, possèdent une membrane assez épaisse, présentant à sa face interne de petites incisures. A peine cette membrane a-t-elle atteint 2,2 μ d'épaisseur, qu'on peut s'assurer que les cavités des capsules de cartilage sont en train de se transformer en cavités osseuses, et la chose devient plus évidente encore quand on voit, plus près de l'os, ces membranes devenir de plus en plus épaisses, en même temps que la cavité des cellules se réduit, que les incisures de la ligne de contour interne se dessinent de plus en plus nettement, tandis que, simultanément avec ces modifications, les parois, se chargeant de sels calcaires, deviennent constamment

s foncées. L'ossification tardive de la substance fondamentale intermédiaire aux psules facilite singulièrement l'observation de toutes ces modifications, et permet n-seulement d'étudier exactement les premières transformations des capsules de tilage, mais encore de suivre pas à pas leurs états aux époques ultérieures où es doivent déjà être appelées capsules osseuses et cavités osseuses. C'est uniquent à cette circonstance que l'on doit d'avoir pu établir sur les os rachitiques ce fait, i ne manque pas d'importance, que les capsules de cartilage qui enferment des lules filles dans leur intérieur, se métamorphosent en totalité en *une seule capsule euse composée*. Très-souvent on rencontre de ces capsules avec deux cavités qui, on leur degré de développement, sont tantôt larges et pourvues de courts progements, et tantôt, par l'étroitesse de leur cavité et la longueur des canalicules, pellent très-bien les cavités osseuses parfaites achevées. On rencontre plus rarement s capsules composées avec 3, 4 ou 5 cavités; cependant on en trouve çà et là sque sur chaque coupe. Dans toutes ces capsules de cartilage et dans les capsules euses qui en dérivent, se trouve renfermé le reste du contenu cellulaire primitif, ec le noyau de cellule, ou le protoblaste. Comme ce dernier, sur des pièces trèsches, remplit exactement la cavité de la capsule de cartilage, il est probable que s l'origine, il envoie des prolongements très-fins dans les canalicules poreux de la psule épaissie; néanmoins, il m'a été impossible jusqu'ici de le mettre en évince, dans les premiers temps, sous la forme d'un élément étoilé, ce qu'on peut ire très-facilement dans la suite, en ramollissant la pièce dans l'acide chlordrique.

De ce qui vient d'être dit dans ce paragraphe, on peut tirer cette conclusion inatndue qu'aucune capsule osseuse du bord des points d'ossification ne se transforme en ritable cellule osseuse étoilée, et que ces cellules se développent seulement aux pens de la descendance des capsules de cartilage primordiales, de la même matre que dans la formation des lamelles des canalicules de Havers. — Sharpey est premier qui ait eu connaissance de ces faits, car depuis longtemps il assurait e le cartilage n'a qu'un rôle provisoire dans l'ostéogénie (*Quain's Anatomy*). cette manière de voir se rallia plus tard Bruch, qui formula cette proposition que cartilage ne naissent jamais des cavités osseuses avec prolongements, mais seument de simples vacuoles qui parfois renferment encore une cellule osseuse ratanée, et qu'on a appelées *corpuscules osseux primordiaux*. Mais le mémoire de cet teur ne contient aucune preuve convaincante à l'appui de son assertion, et surtout n'y trouve rien qui soit de nature à réfuter les arguments que je fis valoir contre tte opinion (*Handb.*, 2e éd., p. 262). Concédant, comme d'ailleurs je l'avais t avant Bruch, que *beaucoup de cellules de cartilage* de la jeune substance seuse *sont résorbées, sans avoir jamais passé à l'état de véritables cellules osseuses* re éd., p. 245), et ayant écrit précédemment (1re éd., p. 251) que, dans la subnce spongieuse issue de cartilage, il paraît également se faire plus tard des *pôts secondaires*, je ne pouvais cependant m'empêcher de faire remarquer que la bstance spongieuse des épiphyses, de l'intérieur des vertèbres et des os courts en néral, substance dérivée du cartilage, renferme aussi de véritables cavités de rtilage étoilées. Il me semble dès lors certain que des cellules de cartilage uvent aussi se transformer directement en cellules étoilées, d'autant plus que mes servations sur les os rachitiques, confirmées par Rokitansky et par Virchow, démontraient la réalité de ce mode de développement. Mais H. Müller, par de nouelles recherches faites avec un très-grand soin sur des os traités par l'acide chroique, a réfuté ces objections, en montrant, ce qui n'était nullement soupçonné par uch, que les véritables cellules osseuses ne naissent pas directement des capsules cartilage, mais bien de leur jeune progéniture. Moi-même j'ai pu m'assurer de xactitude parfaite des faits avancés par H. Müller, d'abord sur les préparations Müller lui-même, et ensuite par des recherches propres, instituées avec autant de n que le comportait l'importance du sujet. Or, comme à de nouvelles recherches H. Müller sont venus se joindre les témoignages de divers anatomistes, en parti-

culier de Bruch, Gegenbaur, Valdeyer, L. Landois, on peut considérer la questi comme jugée, malgré l'opposition de Lieberkühn, qui soutient toujours que cartilage se transforme immédiatement en os. Je ferai remarquer encore que l préparations les plus belles et les plus démonstratives en faveur de la doctrine H. Müller s'obtiennent sur les os de certains poissons, parmi lesquels je citerai l genres *Amia* et *Polypterus*, où le cartilage calcifié se conserve très-longtemps, où ses connexions avec l'os véritable se montrent de la manière la plus évidente.

Il reste d'ailleurs beaucoup de points à élucider, particulièrement le mode de dév loppement de la véritable substance osseuse. Si l'on examine les jeunes espaces m dullaires près du noyau d'ossification, on les trouve d'abord complétement remp de cellules arrondies, sans trace de substance interstitielle. Or, les jeunes lamell osseuses renferment certainement des cellules et de la substance interstitielle ; il fa donc admettre nécessairement que ce sont les cellules médullaires qui sécrètent cet substance, en même temps que les plus extérieures d'entre elles se transforment cellules osseuses. Comment se fait cette transformation? La chose n'est pas enco bien nette. Si l'on nettoie avec un pinceau de fines tranches d'un os en voie de croi sance et préalablement ramolli (ce qui, soit dit en passant, est un procédé excelle pour étudier les phénomènes de l'ostéogénie), on voit très-souvent ces cellules médu laires isolées proéminer à des degrés divers à la surface de la substance osseuse fo damentale récemment formée ; on reconnaît alors que ces cellules sont pourvues d petites pointes à leur face adhérente, tandis qu'elles sont encore parfaitement lisse sur la face opposée. Une fois qu'elles sont complétement englobées dans la lamell osseuse en voie de formation, ces cellules présentent des pointes dans tout leur pou tour, et bientôt, c'est-à-dire plus en dedans, on voit paraître de véritables cellule osseuses étoilées. Ainsi, les cellules ne sont pas étoilées dès l'abord ; elles ne le d viennent qu'à l'époque de leur inclusion dans la substance fondamentale, et c'es dans cette substance seulement qu'elles atteignent leur développement complet qu'elles finissent par se mettre en communication les unes avec les autres. Ce der nier fait n'est pas encore connu dans ses détails, mais il est interprété de la mêm manière par Bruch et par Gegenbaur. Tel n'est pas l'avis de Valdeyer, qui fait pr venir la substance fondamentale de l'os des parties périphériques des cellules ostéo gènes elles-mêmes, de telle sorte que les cellules osseuses ne seraient que des rest des ostéoblastes primitifs. La question est difficile à trancher en beaucoup de région mais les faits suivants me semblent évidemment en opposition avec les idées de Wa deyer. En premier lieu, souvent les cellules osseuses de la substance osseuse récemmen formée ne sont pas plus petites que les ostéoblastes. En second lieu, les interval entre les cellules osseuses sont tels qu'il est impossible, surtout si l'on a égard au au volume des cellules, d'admettre qu'elles aient seules fourni la substance fond mentale de l'os. Il est vrai qu'il y a des cas, et Valdeyer les a parfaitement observé dans lesquels les cellules de l'os sont pressées les unes contre les autres ; mais c os alors n'ont qu'une quantité très-minime de substance fondamentale. Troisièm ment, enfin, en certaines régions (voy. ci-dessous), les ostéoblastes, sans que le forme ni leur volume soient en rien modifiés, sécrètent une substance osseuse fo damentale dépourvue de cellules, à laquelle s'ajoutent plus tard seulement d lamelles qui en renferment ; dans ce cas (voy. p. 166), il est cependant impossib d'admettre que ces lamelles et trabécules sont formées de portions calcifiées des cor de cellule.

Quant à la signification des cellules qui deviennent de véritables cellules osseuse voici ce que je ferai remarquer. Si je concède à Müller que ces cellules sont souve sans connexion ou n'ont que des rapports éloignés avec le cartilage calcifié, dans l cavités médullaires duquel elles se transforment en cellules osseuses, comme nota ment dans certaines régions des cartilages qui contiennent déjà de la moelle et d canaux vasculaires avant leur calcification, on ne saurait méconnaître, cependa que dans d'autres cas, non moins nombreux, les cellules ostéogènes sont les desce dants immédiats des protoblastes des capsules de cartilage calcifiées, à la face i

rne desquelles elles s'appliquent sous forme de cellules osseuses. C'est, à mon avis, qui ne saurait soulever le moindre doute dans la plupart des cas où les capsules cartilage ne communiquent que par des orifices étroits avec des cavités médullires un peu étendues, comme on en voit quelques-unes dans la fig. 155 ; probablent la même chose s'applique aussi à d'autres cas. Il résulte de là que la diffénce entre la théorie ancienne et la théorie nouvelle est moins grande qu'elle ne paraît peut-être au premier abord, car ce sont souvent les descendants les plus oches (de la 2ᵉ, 3ᵉ, 4ᵉ génération) des cellules de cartilage calcifiées qui jouent rôle de cellules ostéogènes. Il ne faut pas oublier cependant que la différence sentielle est que, dans la théorie ancienne, les capsules de cartilage *closes* avec protoblastes inclus devenaient des capsules osseuses à la manière des cellules gétales qui se lignifient, tandis que, d'après Müller, les *protoblastes* (corpuscules cartilage) *seuls*, en devenant étoilés, se transforment en corpuscules osux. Dans cette manière de voir, la substance osseuse fondamentale qui enveppe les cellules n'a point de connexions intimes avec les cellules isolées, tandis e, précédemment, elle était considérée comme résultant en grande partie de paississement des capsules de cartilage et constituée par la paroi ossifiée de ces psules.

Les cellules ostéogènes ou ostéoblastes (Gegenbaur) nécessitent quelques éclairssements à un autre point de vue. Les espaces médullaires récemment formés dans substance cartilagineuse lcifiée des bords d'un noyau ossification sont remplis dans principe d'une masse homone de cellules arrondies rotoblastes), et il est d'abord possible de reconnaître elles sont les cellules qui rapportent à la formation de s, quelles sont celles qui nt relatives à la production la moelle. Bientôt, cepennt, il se produit dans chaque pace médullaire une difféce entre la couche cellune *superficielle* et la couche leuse profonde ; la preière se transforme peu à u en une *couche d'apparence épithéliale*, tandis que cellules internes deviennent partie du tissu conjonctif et vaisseaux, en partie persent à l'état de cellules arndies. Or, les cellules d'apparence épithéliale, dont la position spéciale, observée d'abord par R. Maier, a été signalée plus particulièment par Gegenbaur, sont les véritables cellules ostéogènes ou ostéoblastes egenbaur) ; mais il est difficile d'en donner une description, attendu que leurs mensions, aussi bien que leur forme, sont très-variables. En moyenne, elles



Fig. 158.

Fig. 158. — Préparation prise sur la diaphyse d'un fémur d'un sujet de seize ans, à 35 centimètre de distance de l'extrémité cartilagineuse. Limite des dépôts périostiques, ssissement de 230 diamètres. — *a*, restes de la substance cartilagineuse fondamentale lcifiée; *b*, dépôts osseux primitifs; *c*, substance osseuse formée plus tard.

ont 20 à 30 μ de diamètre ; mais elles peuvent, d'une part, n'avoir que 15 μ, d'autre part, aller jusqu'à 60-80 μ ou même plus. Quant à leur forme, elles sont arrondies ou plutôt polygonales ; mais rarement elles sont régulières, de manière à ressembler aux éléments de l'épithélium pavimenteux ou cylindrique, mais plutôt allongées en divers sens, ou coniques, ou même fusiformes. Il est impossible de distinguer une membrane à la surface de ces ostéoblastes, qui sont formés uniquement d'un protoplasme finement granulé, avec un ou deux noyaux. On y trouve aussi des *cellules à noyaux multiples* (myéloplaxes, Robin) analogues à celles du tissu osseux de nouvelle formation qui ne dérive point du cartilage (voy. fig. 3), mais généralement de petites dimensions. — Nous avons déjà mentionné plus haut la manière dont les petits ostéoblastes se comportent dans la formation de la substance osseuse ; je ne ferai donc que signaler, relativement aux cellules à noyaux multiples dont le développement peut facilement être rapporté aux cellules à noyau unique, que ces cellules se transforment aussi, du moins en partie, en cellules osseuses et qu'elles produisent de gros éléments spéciaux, anfractueux, auxquels on peut très-bien donner le nom de *cellules osseuses composées*, attendu qu'elles ont tout à fait l'apparence de quatre à six cellules osseuses fusionnées. Du reste, je ne voudrais point prétendre que tous les ostéoblastes à noyaux multiples se transforment de cette manière, et je conçois que certains d'entre eux se divisent en éléments plus petits, avant de participer à la formation des os.

Le cartilage calcifié n'est pas encore connu aussi bien qu'on pourrait le désirer. Ainsi, dans la diaphyse des os longs, à seize ans encore, je trouve, à une distance notable de l'extrémité cartilagineuse, une zone spéciale de substance fondamentale cartilagineuse calcifiée et d'os véritable formée de bonne heure, couche composée d'amas plus ou moins volumineux, et qui s'étend en ligne droite, assez exactement, à la limite des dépôts périostiques et se trouve limitée de toutes parts par de la substance osseuse lamellaire parfaite (fig. 158). Il se pourrait qu'en d'autres points encore, du reste, des formations primitives se conservent pendant longtemps, et en effet, Tomes et de Morgan, et aussi H. Müller, ont attiré l'attention sur de semblables régions.

Bien que dans l'immense majorité des cas, chez l'homme et les animaux, le cartilage d'ossification ne prenne aucune part à la formation de l'os véritable, comme H. Müller l'affirme avec raison, *il y a cependant des exemples de formation d'un tissu osseux à cellules étoilées directement aux dépens du cartilage*, de la même manière que je l'ai observé dans les os rachitiques. Ici se placent, d'après les observations de Lieberkühn (*Monatsb. d. Berl. Akad.*, février 1861) et d'après les miennes (4ᵉ édit. de cet ouvrage), les bois des cerfs et des chevreuils, et, d'après Gegenbaur (*Unters. z. vergl. Anat. d. Wirbelth.*, 2ᵉ cah., 1865, p. 5, 17), la clavicule de l'homme et la protubérance frontale des ruminants. Il s'ensuit, par conséquent, qu'entre l'os calcifié et l'os véritable, il n'y a pas une limite aussi tranchée que H. Müller était tenté de l'admettre. Je dois rappeler encore : 1) que dans l'os de cartilage des plagiostomes, on rencontre aussi des cavités dentelées, et 2) que les os non préformés à l'état de cartilage n'ont pas nécessairement des cavités étoilées, comme le démontrent les écailles et les os de certains poissons et le cément de l'hydrochœrus.

Les recherches chimiques sur les diverses articulations destinées à s'ossifier et sur les diverses espèces d'os présentent encore de nombreuses lacunes. Dans tous les cas, l'assertion de Lieberkühn, qui veut qu'à la place de la chondrine, dans l'ossification du cartilage, il se produit de la substance collagène, n'est point justifiée jusqu'à plus ample informé ; les preuves, notamment, que Lieberkühn tire des vertèbres du Galeus ne me paraissent point démonstratives. Depuis longtemps j'ai décrit très en détail le développement de ces vertèbres et démontré que leur masse principale ne dérive point du cartilage, données qui ne sont point renversées par une simple assertion de Lieberkühn.

§ 98. **Phénomènes élémentaires qui accompagnent les sécrétions du périoste.** —Le périoste des os qui se montrent d'abord à l'état de cartilage est relativement très-épais et très-vasculaire. Vers le cinquième mois de la vie fœtale, il est déjà formé de tissu conjonctif et de fibres élastiques fines; celles-ci, avec le temps, deviennent de plus en plus fortes, et revêtent çà et là la nature de fibres élastiques proprement dites. A la face interne de ce périoste complétement développé, se trouve alors le *tissu d'ossification* (*blastème sous-périostal*, Ollier), intimement adhérent à l'os (fig. 159, B). Lorsqu'on arrache le périoste, ce tissu reste en grande partie appliqué sur l'os, sous la forme d'une lamelle peu épaisse, molle, blanc-jaunâtre. Examinée au microscope, cette couche paraît composée d'un tissu fibreux dont les fibrilles ne sont pas parfaitement distinctes, d'une sorte de tissu conjonctif qui n'a pas atteint sa maturité, et de cellules à noyau arrondies ou allongées (ostéoblastes), de 13 à 32 μ de diamètre. Lorsqu'on détache cette lamelle du corps de l'os, on s'aperçoit qu'elle est intimement unie avec les couches osseuses les plus superficielles, et l'on trouve ordinairement, sur sa face profonde, de petits fragments de substance osseuse entraînés avec elle, et aussi, par places, de petites saillies rougeâtres, formées par la jeune moelle des espaces médullaires les plus superficiels. Lorsque l'ablation de la lamelle a été faite avec quelques précautions et avec succès, l'os offre une surface rugueuse et inégale, avec de nombreux espaces remplis de moelle; ses portions les plus extérieures sont encore molles, jaunâtres et translucides par places; vers la profondeur, l'os devient, au contraire, de plus en plus dense et blanc, jusqu'à ce qu'il présente enfin l'aspect ordinaire du tissu osseux parfait. Si l'on demande comment s'opère la production osseuse qui, indubitablement, a lieu en ce point, on est ramené au tissu mou précité, dont les cellules, disséminées au milieu de fibres d'apparence conjonctive, n'ont pas la moindre analogie avec les cellules de cartilage, mais ressemblent parfaitement aux cellules ostéogènes décrites dans le paragraphe précédent. Il n'est pas difficile de constater, en effet, que les lamelles osseuses extérieures, encore molles, se continuent, par leurs diverses trabécules et saillies, avec le tissu en question, et que 1° la substance fondamentale de l'os procède du tissu fibreux de la couche formatrice, simplement par dépôt uniforme de sels calcaires; ce dépôt, en général, ne paraît pas être précédé ici de grumeaux calcaires; 2° les cellules osseuses se développent aux dépens des cellules du tissu formateur; cette dernière métamorphose, toutefois, ne peut pas facilement être suivie pas à pas. D'après la découverte de Virchow, que je ne puis que confirmer, ces cellules prennent peu à peu la *forme étoilée* et, lorsque la substance fondamentale s'ossifie, se transforment *directement en cellules osseuses étoilées*. En ce qui concerne le développement du tissu d'ossification lui-même, son origine doit être rapportée aux premières cellules embryonnaires, lesquelles sécrètent peu à peu dans leurs intervalles une substance interstitielle, qui plus tard devient fibreuse. Ce tissu croît par sa face externe, à la manière de la substance conjonctive nouvelle, et aux dépens des

cellules sphériques dont il a été question, cellules qui constamment se multiplient et déposent entre elles de nouvelles quantités de substance interstitielle. Naturellement c'est le périoste qui fournit les matériaux de ces productions, et qui éprouve à sa face profonde des transformations continuelles, qui en définitive le convertissent en tissu osseux. Une portion

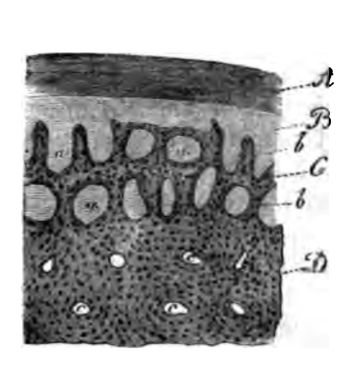


Fig. 159.





Fig. 160.

des cellules, dans ce travail, se convertissent en cellules osseuses; les autres conservent leur forme primitive et deviennent la moelle des couches osseuses de nouvelle formation.

L'*ossification* s'opère, dans le tissu précédemment décrit, partout où ce tissu est en contact avec l'os; mais abstraction faite des premiers dépôts qui se font à la surface des cartilages d'ossification, *elle n'a pas lieu en lamelles cohérentes, mais sous la forme de lamelles fenêtrées ou de réseaux.* Les espaces arrondis ou allongés (voy. fig. 159, *a*) qui, dès le principe, se montrent dans le tissu osseux, et qui communiquent les uns avec les autres dans les diverses couches, ne sont autre chose que *les ébauches des canalicules de Havers* ou *canalicules vasculaires* de la substance compacte. Ces espaces renferment une moelle rougeâtre et molle, qui, dans l'origine, est simplement la portion du tissu ostéogène qui ne doit pas s'ossifier, mais qui bientôt renfermera plus de cellules formatrices que de tissu interstitiel. Les cellules contenues dans ces espaces ne tardent

Fig. 159. — Section transversale de la surface de la diaphyse d'un métatarsien de veau. — Grossissement de 45 diamètres. — A. Périoste. — B. Tissu d'ossification. — C. Couche osseuse de nouvelle formation, offrant de vastes espaces, *a*, dans lesquels se trouvent les restes du tissu d'ossification, et des trabécules osseuses *b*, réunies en réseau, et assez nettement limitées du côté de B. — D. Couche osseuse plus développée, avec canal de Havers, *c*, entourés de leurs lamelles.

Fig. 160. — Section transversale d'une côte appartenant à un embryon de trois mois. Faible grossissement. — 1. Région présentant une mince ossification périostique et un cartilage complétement calcifié. — 2. Région plus avancée, où le cartilage calcifié est en grande partie remplacé par la moelle, *a* ; en *b* on voit encore des restes de ce cartilage. Le dépôt périostique est garni de prolongements en forme d'ailes, présentant des espaces médullaires, d'après H. Müller.

us à prendre le caractère de cellules médullaires ordinaires, un peu rouâtres, dont les plus superficielles se maintiennent à l'état d'ostéoblastes, ndis que les plus profondes se transforment partiellement en tissu conjonc- et en vaisseaux sanguins. Les vaisseaux entrent en communication avec ux des parties profondes de l'os, et surtout avec ceux du périoste, et ces rnières communications, une fois iblies, persistent pendant tout le nps de l'accroissement de l'os en aisseur, de manière que la formaa des cavités osseuses se trouve, : moins plus tard, dessinée en elque sorte par avance par ces isseaux qui, du périoste, vont à en traversant le tissu ostéogène. dépendamment des ostéoblastes ornaires, à un seul noyau, les espaces seux des dépôts périostiques connnent les protoblastes multinuléaires et variés de forme (*myéloxes*, Robin) dont il a été question plus haut, et dont le volume est uvent très-considérable.



FIG. 161.

Les dépôts périostiques qui, ainsi que nous venons de le voir, entourent noyaux osseux issus du cartilage comme une sorte de lame criblée ou rforée (fig. 160), se renouvellent de la manière indiquée pendant toute période de croissance des os, et déterminent l'*accroissement de l'os en isseur*. En même temps des changements plus ou moins notables s'accomplissent dans leur intérieur, particulièrement dans les *grands os longs*. ns ces os, on voit, à partir de la naissance, se développer peu à peu e grande cavité interne, remplie d'abord par les cellules de la moelle tale, et plus tard par la moelle proprement dite. Cette cavité médulre offre dans son mode de développement une grande analogie avec espaces médullaires décrits dans les paragraphes précédents; elle se me par liquéfaction de la substance osseuse de la diaphyse, liquéfaction née d'abord à de la substance osseuse incomplète née de l'ébauche tilagineuse primitive (du cartilage calcifié, fig. 160, 2), s'étendant uite à la substance osseuse véritable déposée à sa surface par le périoste. te cavité médullaire grandit sans cesse, pendant tout le temps que l'os ccroît. Ainsi, dans la partie moyenne de la diaphyse, de même qu'à ses rémités, *tandis que de la substance osseuse nouvelle se dépose sans cesse au des, la substance osseuse déjà formée est continuellement résorbée à l'intérieur*. travail d'accroissement et celui de résorption sont tellement combinés e, pendant la durée de son développement, l'*os se régénère plusieurs s*; de sorte que, par exemple, la diaphyse d'un humérus arrivé à son

IG. 161. — Cellules granulées spéciales, à noyaux multiples, des espaces médullaires plus jeunes des os plats du crâne chez l'homme. — Grossissement de 350 diamètres.

développement complet ne contient pas un atome de la substance osseuse de celle du nouveau-né, et que cette dernière ne contient plus rien de ce qui la formait chez l'embryon de trois mois. Ces phénomènes peuvent être facilement suivis sur la figure schématique 162, dont je me sers depuis longtemps dans mes démonstrations; on y voit clairement aussi les rapports entre les portions issues de cartilage et les portions dérivées de dépôts périostiques. En comparant l'os primitif E E avec l'os presque achevé E^4 E^4, on constate que pendant l'accroissement en longueur de la diaphyse de ce dernier, il s'est développé à chaque extrémité de l'os, aux dépens du cartilage épiphysaire, qui continue à grandir, un long cône de substance osseuse, 1, 2, 1', 2', et 3, 4, 3', 4', auquel s'unissent à la fin les noyaux osseux épiphysaires E^4 E^4, qui se sont développés également dans le sein du cartilage; tandis que dans l'accroissement en épaisseur, les couches périostiques P, P^1, P^2, P^3 se sont successivement développées comme autant de tubes plus épais vers le centre, et de plus en plus longs. Dans un tel os long, toute la portion qui s'est développée aux dépens du cartilage se présente, par conséquent, sous la forme d'un *double cône* à bases arrondies, tandis que la portion qui provient des dépôts périostiques 1, 2, 3, 4, P^3, 1', 2', 3', 4', p^3 offre l'apparence d'une vertèbre de poisson allongée et creuse, ou d'un long *tube* à parois épaissies dans le milieu, et terminé à chaque extrémité par un évasement conique. Le cartilage articulaire G est le reste non ossifié du cartilage épiphysaire, et quant à la cavité médullaire, qui n'est pas indiquée dans la figure (on peut se la représenter à peu près par les contours du troisième os E^3, E^3), elle s'est

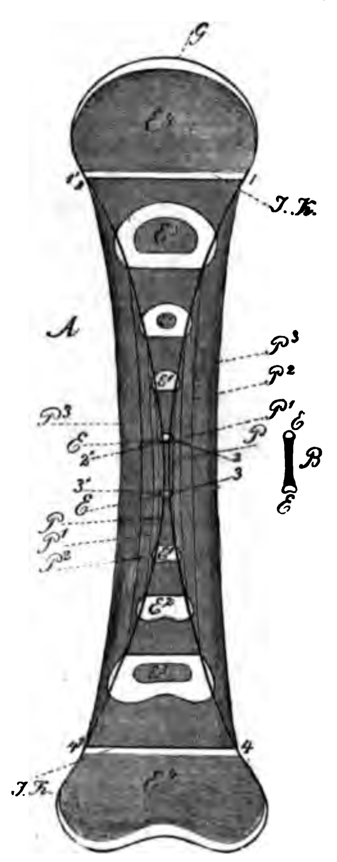


FIG. 162.

FIG. 162. — Figure schématique représentant l'accroissement d'un os long. B. — Ébauche primitive de l'os. La diaphyse est déjà ossifiée; les épiphyses sont à l'état cartilagineux. — A. Le même os, considéré dans quatre périodes plus avancées de son développement. Ces quatre périodes correspondent à E^1PPE^1, $E^2P^1P^1E^2$, $E^3P^2P^2E^3$, $E^4P^3P^3E^4$. — $PP^1P^2P^3$. Dépôts périostiques de ces quatre os. Ce qui se trouve compris entre 1, 2, 3, 4, et 1', 2', 3', 4', représente la portion de l'os la plus considérable qui s'est développée aux dépens du cartilage. — E^1E^1. Épiphyses cartilagineuses du second os. — E^2E^2. Épiphyses du troisième os ; l'une d'elles contient un point osseux. — E^3E^3, E^4E^4. Épiphyses du quatrième et du cinquième os ; elles renferment toutes des noyaux épiphysaires d'un certain volume. — G. Cartilage articulaire. — J,K. Cartilage interstitiel, placé entre les épiphyses et les diaphyses ossifiées.

luite par la résorption de toute la substance osseuse qui formait la diase des os plus jeunes et qui dérivait du cartilage et du périoste, c'estre par la résorption des trois premiers os EE, E[1] E[1], et E[2] E[2].

ans les os longs dépourvus de cavité médullaire et dans tous les autres ui ne contiennent que de la substance spongieuse, la résorption est d'atteindre les mêmes proportions, et ne va que jusqu'à production tissu spongieux dans leur intérieur. Ainsi, par exemple, nous trou- dans les vertèbres des restes plus ou moins considérables des ébau- osseuses primitives, même de celles qui proviennent de l'ossifica- du cartilage, comme il a été dit plus haut. Néanmoins, ici encore la rption ne porte pas seulement sur les parties de l'os formées aux ens du cartilage, mais aussi sur les dépôts périostiques, dont les ders seuls persistent dans leur forme primitive, comme substance comte de ces os.

es *canaux de Havers*, ainsi que cela ressort surabondamment de tout qui précède, ne se forment pas, comme les espaces médullaires, par éfaction et résorption de la substance osseuse primitive, issue du carge ; ils sont simplement dus à *la persistance des cavités qui apparais- originairement dans les dépôts périostiques*. Ces canaux (voy. Valentin, w., p. 262) ont, dans le principe, des dimensions relativement considéles : dans un humérus de cinq mois, ils ont de 36 à 54 μ de diamètre ; s le fémur du nouveau-né (Harting, p. 78), ils mesurent de 22 à 54 μ ; plus tard ils ont toujours les mêmes dimensions dans les portions les s récentes des dépôts périostiques. Nous avons précédemment insisté le contenu de ces canaux. Un point très-intéressant de l'histoire canaux de Havers qui nous reste à étudier, c'est le mode suivant le- l *se développent les systèmes de lamelles qui les entourent*. Ces lamelles se duisent également *sans l'intermédiaire du cartilage*, et ne sont autre se que *des dépôts successifs* fournis par le *contenu des canaux*, lequel, s l'avons vu, est parfaitement identique avec le tissu ostéogène de la interne du périoste et n'est en quelque sorte que le reste non ossifié ce tissu, avec cette différence toutefois que ce contenu est formé, r ainsi dire, exclusivement de cellules et ne renferme que très-peu substance interstitielle. En d'autres termes, on trouve ici, comme dans jeunes espaces médullaires lors de l'ossification du cartilage, une che continue d'ostéoblastes, directement appliquée contre l'os, que enbaur a le premier décrite d'une manière exacte, et qui, comme là, duit du tissu osseux nouveau. L'observation de ce mode de développe- it est facile sur les jeunes os, où l'on voit les dépôts périostiques, avant subir une résorption partielle, devenir de plus en plus compactes par e de la formation de ces lamelles secondaires nouvelles. Mais même à époques plus avancées, on peut souvent démontrer sur les parois des alicules de Havers une couche d'ostéoblastes et un tissu plus ou ns ossifié (toujours sans grumeaux calcaires). Tandis que, d'une part, canalicules vasculaires sont rétrécis par ce dépôt successif, à leur

intérieur, de couches nouvelles qui paraissent stratifiées comme les dépôts périostiques, soit parce que le tissu d'ossification l'est lui-même, soit parce que le dépôt calcaire s'arrête à certains moments; d'autre part, les canalicules vasculaires, ou du moins quelques-uns d'entre eux, s'élargissent consécutivement par résorption : tels sont, par exemple, les canaux nourriciers, les grandes ouvertures vasculaires des extrémités épiphysaires, etc. En beaucoup de points, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, la substance compacte est même résorbée partiellement, et, dans certaines régions, elle disparaît complétement.

Le mode suivant lequel les os croissent en épaisseur *dans les points où ils reçoivent directement l'insertion des tendons et des ligaments sans l'intermédiaire du périoste*, est encore indéterminé. Dans certains cas, le tissu conjonctif des organes en question semble s'ossifier directement. D'autres fois, les tendons et ligaments se fixent sur des parties qui restent longtemps cartilagineuses (épiphyses, tubérosité du calcanéum, par exemple), et là naturellement l'accroissement de l'os se fait simplement aux dépens du cartilage. D'après Lieberkühn, les points d'insertion de ces tendons seraient revêtus, tant que l'os grandit, d'un périoste chargé de pourvoir à l'ossification. Beaucoup de tendons et de ligaments (tendon d'Achille, ligament calcanéo-cuboïdien, etc.) sont pourvus de cellules de cartilage à leurs points d'attache aux os, et très-souvent on y trouve, chez les jeunes sujets, des capsules de cartilage calcifiées, qui ressemblent à celles des symphyses et d'autres régions dont il a été question plus haut.

La formation de l'os à la face profonde du périoste est un fait connu depuis longtemps; mais c'était jusqu'ici une opinion généralement admise, qu'en ce point aussi l'os provient de couches minces de substance cartilagineuse. Sharpey et moi avons prouvé le contraire. Quant à la nature du tissu d'ossification, presque tout le monde a accepté notre opinion, d'après laquelle ce tissu est une sorte de tissu conjonctif, c'est-à-dire se compose de cellules et d'une substance interstitielle. Gegenbaur, cependant, a soutenu que là aussi le tissu ostéogène est représenté exclusivement par une couche d'ostéoblastes. De telles cellules, sans substance interstitielle, jouent certainement un rôle dans la formation des lamelles de Havers, comme il a été exposé dans ce paragraphe. On peut aussi concéder à Gegenbaur qu'une couche d'ostéoblastes se rencontre parfois sous le périoste lui-même, à la surface de certains dépôts périostiques. Mais il n'est pas moins certain que dans beaucoup de cas, la couche ostéogène du périoste présente une substance fondamentale plus ou moins fibreuse. C'est ce qui se voit, d'abord, dans tous les os qui renferment des fibres de Sharpey; car ces fibres ne sont autre chose que des faisceaux conjonctifs de la couche ostéogène qui, pendant l'ossification, sont englobés dans la substance fondamentale de l'os, et qui généralement s'ossifient également. Mais, sur d'autres points, il est aussi très-fréquent de voir que la substance ostéogène de la face interne du périoste est composée d'ostéoblastes et d'une substance interstitielle, et je crois pouvoir dire, d'après mes observations, que c'est là la règle partout où les dépôts périostiques présentent à leur face externe beaucoup de saillies et de trabécules séparées; tandis que la présence d'une couche continue d'ostéoblastes semble être le cas ordinaire lorsque la surface interne du périoste est lisse.

Si l'on compare entre elles la formation de l'os dans des parties primitivement cartilagineuses et celle qui a le périoste pour point de départ, on trouve que les

rties osseuses dérivées du cartilage répondent exactement à celles qui, dans les oductions périostiques, forment les lamelles secondaires ; tandis que, dans le preier cas, le cartilage calcifié, dans le second, les ossifications périostales superfilles provenant du tissu conjonctif, fournissent un *canevas préparatoire*, dans lequel dépose ensuite secondairement la substance osseuse permanente. De même que ns l'épiphyse complétement développée il ne subsiste rien du cartilage primordial, uf la mince couche calcifiée sous-jacente au cartilage articulaire, peut-être avec elques faibles résidus dans l'intérieur, et que tout le reste se compose de dépôts condaires, de même un examen attentif de la diaphyse parfaite démontre qu'en e presque tout, c'est-à-dire toutes les lamelles de Havers et les couches annulaires ernes, sont des formations secondaires; tandis que des ossifications primitives, la face interne du périoste, il ne reste que les lamelles annulaires superficielles et petite quantité de substance osseuse qui sépare les systèmes de Havers. Au int de vue *histologique*, les productions osseuses préliminaires sont, ici, du *cartije calcifié, là, du tissu conjonctif ossifié, tandis que la masse principale de la vériMe substance osseuse représente de la substance conjonctive simple ossifiée, avec une bstance fondamentale homogène et des cellules étoilées sans capsules secondaires*, uelle n'est identique ni avec le cartilage, ni avec le tissu conjonctif, mais qui présente plutôt un intermédiaire entre les deux. Il n'est point douteux, en effet, mme je l'admets avec Müller, que la substance fondamentale de tous les dépôts seux secondaires n'est que de la substance intercellulaire homogène et non reuse ; dans cette manière de voir, l'os et l'ivoire se placent sur la même ligne, dis que les dépôts périostiques primitifs trouvent leur analogue dans le véritable su conjonctif ossifié (tendons, etc.).

Pour terminer, je ferai remarquer que les phénomènes de la première ossification s diaphyses présentent de nombreuses riétés. Tantôt il se produit d'abord un rtilage calcifié central, comme le montre figure 163, et tantôt une écorce périos- de véritable substance osseuse; tantôt n les deux phénomènes ont lieu simulment. Mais toujours, d'après H. Müller, rmation de véritable substance osseuse le cartilage calcifié est plus tardive; l elle a lieu, souvent, en effet, le carcalcifié se détruit complétement et se orme en moelle, tandis que l'écorce tale s'épaissit par apposition de substance osseuse à sa face externe, comme le la figure 161.

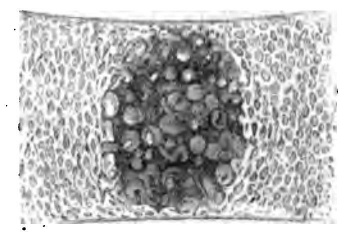


FIG. 163.

· étudier le mode d'accroissement des os en épaisseur, depuis que Duhamel vert (*Mém. de l'Acad. des sc. de Paris*, 1742, p. 384, et 1743, p. 138) que es animaux nourris avec la garance (*Rubia tinctorum*) se colorent en rouge, un ombre d'expériences à l'aide de cette matière colorante ont été faites, partiient par Flourens, sur des animaux en voie de croissance, parce qu'on croyait que la garance ne colorait que les parties de l'os qui s'étaient formées administration de cette substance. Mais cette méthode d'expérimentation a perdu de sa valeur depuis que Rutherfordt (dans *Hildebrandt-Weber*, I, Gibson (*Meck. Arch.*, IV, p. 482), Bibra (*loc. cit.*), Brullé et Huguény ont montré que l'alimentation par la garance avait pour effet de colorer isseur des os en voie de croissance, et aussi les os des animaux adultes, te coloration avait pour points de départ toutes les régions de l'os en cones vaisseaux sanguins; que la moelle se colorait de même (Bibra), ce qui

— Diaphyse humérale d'un embryon humain âgé de deux mois, présentant le t calcifié dans le cartilage. — Grossissement de 100 décimètres.

explique pourquoi les couches internes des canalicules de Havers, les parties osseuses sous-périostiques, la substance osseuse nouvellement formée et plus vasculaire présentent une coloration plus intense. Mais récemment Lieberkühn, après avoir fait des expériences sur des pigeons (*Müll. Arch.*, 1847, p. 598), a affirmé de nouveau l'exactitude de l'ancienne doctrine, et démontré que dans l'accroissement des os aux dépens du périoste, il peut y avoir sur un seul et même os apposition de substance osseuse et résorption de cette même substance. Il est certain que dans la période d'accroissement des os, *il s'opère*, sur beaucoup de points, *une résorption même à leur surface extérieure, dans une étendue plus ou moins considérable.* C'est par une résorption de ce genre qu'on peut se rendre compte de l'agrandissement du *foramen magnum*, à partir de la sixième année, époque de la soudure des pièces qui le limitent; il en est de même des trous des vertèbres qui répondent à la moelle épinière, et de beaucoup d'orifices vasculaires et nerveux (trou ovale et trou rond du sphénoïde, trous intertransversaires des vertèbres cervicales, canal carotidien, etc.). Ainsi donc, la loi établie par Serres (*Meck. Arch.*, 1822, p. 455), d'après laquelle les trous des os ne s'agrandissent que par l'accroissement des diverses pièces qui les limitent, est tout à fait inexacte en ce qui concerne tous les trous ou canaux situés au milieu des os, ainsi que E. H. Weber et Henle l'avaient déjà fait remarquer; et quant aux autres, elle n'est applicable qu'à la première période du développement.

Les dépôts périostiques de formation récente ou ancienne présentent souvent une *texture différente*; dans les premiers, non-seulement il y a plus d'espaces vasculaires, mais encore la disposition de ces espaces est autre. Un exemple frappant de cette dernière nous est offert par les diaphyses des os longs, chez l'homme; on s'en rendra parfaitement compte en comparant la figure 131, qui se rapporte à un jeune homme de seize ans, et la figure 133, relative à un adulte. Je ferai remarquer seulement que les os dont les canalicules sont disposés comme dans la figure 131, se rencontrent également chez les mammifères; il est extraordinaire qu'ils ne se soient jamais montrés à Uffelmann.

Les dépôts osseux fournis par le périoste forment, au point de vue morphologique, un certain contraste avec la substance osseuse développée dans le cartilage. Les premiers constituent surtout l'écorce compacte des os préexistant à l'état de cartilage, et se distinguent par l'existence des canalicules de Havers et de leurs systèmes de lamelles; tandis que la dernière donne naissance à la substance spongieuse, et ne présente point de canalicules vasculaires. Il ne faut pas oublier, toutefois, que la plupart des dépôts périostiques sont eux-mêmes spongieux dans le principe et à un certain degré, et que, dans tous ces os, sans exception, ils contribuent souvent d'une manière notable à la formation de la substance spongieuse; que, d'autre part, la substance spongieuse qui procède du cartilage résulte exclusivement, ou peu s'en faut, d'après les recherches les plus récentes, de dépôts secondaires, analogues à ceux des canalicules de Havers et de la substance spongieuse issue de dépôts périostiques.

§ 99. **Des os qui ne dérivent pas de cartilages.** — Autrefois on ne rangeait parmi ces os que certaines parties du crâne; plus tard, Bruch crut devoir y joindre aussi la clavicule (*Zeitschr. für wissenschaftl. Zoolog.*, t. IV, p. 371), ce qui, d'après Gegenbaur (*l. i. c.*), n'est pas exact. Les os crâniens dont il est ici question se développent *indépendamment du crâne primordial*, entre lui et le système musculaire, en dedans, par conséquent, des productions qui forment le système des vertèbres. Lorsque le crâne primordial apparaît, les os dont nous parlons n'existent encore ni à l'état membraneux, ni à l'état cartilagineux; ils se forment seulement *après le crâne primordial, et dans une couche qui se déposer plus tard.* On peut les dé-

signer sous le nom d'*os secondaires*, pour les distinguer des *os primitifs, dont les matériaux de formation existent avant les leurs* ; comme, d'autre part, ces os sont, dans la plupart des points, en contact avec des portions du crâne primordial, on peut leur donner aussi le nom d'*os recouvrants ou de revêtement*. A cette catégorie appartiennent la moitié supérieure de la portion écailleuse de l'occipital, les pariétaux, le frontal, la portion écailleuse des temporaux, le cadre du tympan, les os du nez, les os unguis, malaires, palatins, maxillaires supérieurs, maxillaire inférieur, vomer, et aussi, paraît-il, l'aile interne de l'apophyse ptérygoïde et les cornes du sphénoïde. Le tissu formateur de ces os, différent de celui des os primitifs, ne se développe successivement et dans une couche fondamentale membraneuse qu'à l'époque où il doit être envahi par l'ossification ; par conséquent, il n'existe jamais en grandes quantités à la fois. Du reste, il se comporte essentiellement comme les dépôts du périoste et s'ossifie absolument comme eux.

L'idée que certains os crâniens de l'homme et des animaux ne se développent point aux dépens du cartilage est loin d'être nouvelle ; mais c'est Rathke, Reichert, Jacobson et moi qui avons, les premiers, solidement établi le fait sous le rapport morphologique ; Sharpey et moi l'avons aussi fixé nettement sous le rapport histologique. Néanmoins, les auteurs sont encore loin de s'accorder sur tous les détails de cette question. Pour ce qui est du point de vue *histologique*, je renvoie aux observations présentées dans le paragraphe précédent. Quant au côté morphologique de la question, je ferai remarquer que la doctrine du crâne primordial et des os secondaires est tout à fait indépendante de la question de savoir si ces derniers procèdent du cartilage ou du tissu conjonctif. Cette doctrine s'appuie sur ce fait, qu'une partie des os se développent directement aux dépens du crâne primordial cartilagineux, et que les autres se développent en dehors de ceux-ci et ne sont point préformés. Pour plus de détails, voy. ma *Mikr. Anat.* (II, I, p. 374, 375), et mes observations consignées dans *Zeitschr. f. w. Zool.*, II, p. 281 ; voy. aussi le travail de Bruch (*loc. cit.*), ainsi que les mémoires contradictoires de Reichert (*Müll. Arch.*, 1849, p. 422 et 1852, p. 528).

§ 100. **Accroissement des os secondaires du crâne.** — Les os du crâne qui ne proviennent point d'un cartilage préformé apparaissent tous d'abord sous la forme d'un *noyau osseux* circonscrit, arrondi ou allongé, constitué par un peu de substance fondamentale et par quelques rares cavités osseuses, et entouré d'une petite quantité de tissu peu consistant. Comment le noyau osseux prend-il naissance ? l'observation ne nous l'a point appris ; cependant, la manière dont il progresse permettrait peut-être de croire que, peu de temps avant son apparition, il se forme à la place qu'il doit occuper une petite lamelle du tissu mou dont il a été question, et que cette lamelle s'ossifie, à partir d'un point de son étendue, par sécrétion de matériaux salins et par métamorphose de ses cellules. Quand une fois un premier point osseux s'est produit (sur l'os pariétal, par exemple), il grandit de telle façon, tandis que le tissu formateur lui-même s'étend en surface, qu'il en résulte bientôt une lamelle mince, composée de trabécules osseuses unies en réseau, et d'où partent des prolongements rayonnés pour la portion de tissu non encore ossifiée (fig. 164). Lorsqu'on

examine cette lamelle attentivement, on trouve que les trabécules osseuses se sont développées dans le tissu formateur membraneux par ossification de ses éléments, et que, dans les points où on les rencontre, elles ont en quelque sorte consommé tout ce tissu, dont il existe, au contraire, des restes dans leurs intervalles. On reconnaît, en outre, que la formation des éléments osseux procède *exactement comme dans les dépôts périostiques :* à mesure qu'on s'éloigne des points osseux, les rayons qui en partent deviennent plus mous, plus pâles, plus pauvres en matériaux salins, et leurs cellules paraissent de plus en plus semblables aux cellules formatrices ; enfin, ces rayons se continuent sans limite distincte avec le tissu mou et finissent par s'y perdre. Or, dans le principe, les os dont nous parlons *croissent seulement dans le sens de la surface;* les rayons osseux, en se prolongeant et en se réunissant entre eux par des rameaux transversaux, étendent de plus en plus le premier réseau osseux. Mais bientôt la lamelle osseuse primitive *croît aussi en épaisseur*, par suite du dépôt de couches nouvelles sur sa face interne et sur sa face externe, et en même temps les portions osseuses anciennes deviennent plus compactes. Les couches nouvelles doivent être attribuées au périoste qu'on trouve sur les faces des os secondaires peu de temps après leur apparition, et qui se produit, soit aux dépens de leur tissu formateur originaire, soit aux dépens des parties voisines (périchondre du crâne primordial, revêtements musculaires et tendineux) ; elles procèdent exactement de la même façon que les dépôts périostiques des os qui proviennent de cartilages préformés, c'est-à-dire qu'il se dépose d'abord à la surface interne du périoste un tissu mou, végétant, lequel s'ossifie successivement à partir de l'os déjà formé, et sans passer par l'état cartilagineux (fig. 165). De cette manière, il se forme successivement de nouvelles lamelles, *particulièrement à la surface externe, mais aussi à la surface interne* de la tablette osseuse primitive, et la couche osseuse devient de plus en plus épaisse. Dans le principe, toutes ces lamelles nouvelles se présentent comme les premières, sous la forme d'un réseau, et les mailles du réseau osseux, tantôt arrondies, tantôt allongées, et de grandeurs diverses, communiquent avec celles des lamelles précédentes et des lamelles consécutives. Il s'ensuit que les noyaux osseux secondaires, de même que les dépôts périostiques,

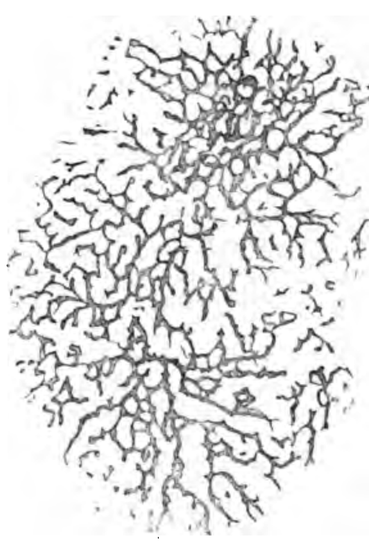
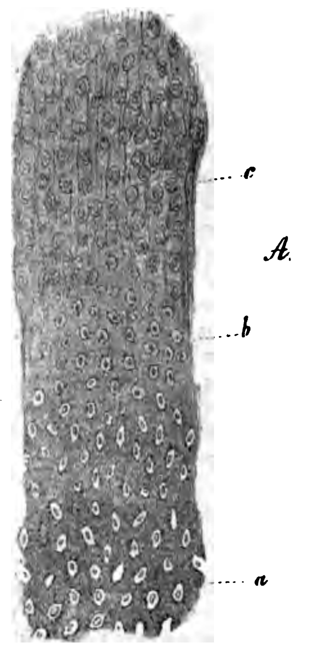


FIG. 164.

FIG. 164. — Pariétal d'un fœtus âgé de quatorze semaines. — Grossissement de 18 diamètres.

ersés, dès leur apparition, par un réseau de canaux qui, en rtie du moins, ne tarderont pas à représenter des canaux de Havers. es, occupés d'abord seulement par du tissu mou, c'est-à-dire par des matériaux de formation des lamelles, sont bientôt envahis par de ice osseuse; ils sont traversés par des le ponts analogues aux rayons osseux ge d'ossification, ou bien il se dépose istance osseuse sur leurs parois, de ls se rétrécissent de plus en plus, et par se convertir, soit en cavités closes parts, soit en véritables canaux vasattendu que les cellules formatrices ales de leur contenu (qui figurent des cellules médullaires) se transen vaisseaux, qui se mettent en cation avec ceux du périoste. Lorsen est arrivé à ce point, on conçoit quelles seront ses modifications ulté-Il croît dans le sens de la surface et ns de l'épaisseur, par apposition sans iouvelée de tissu formateur sur ses sur ses faces, jusqu'à ce qu'il ait atforme et sa grandeur normales. En nps, il s'opère dans son intérieur une n consécutive de portions plus ou ndues de sa substance, devenue comqui donne naissance à la substance se ou même à des cavités d'une cerndue; de telle sorte qu'on trouve ive, dans ces os, tout comme dans naissent de cartilages ou de dépôts périostiques, extérieurement ance compacte, avec canalicules de Havers, intérieurement des iédullaires, mais avec des dépôts secondaires distincts.



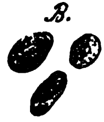


FIG. 165.

ation des os secondaires du crâne est, en partie, plus précoce que celle nitifs, et n'a généralement qu'un seul point de départ. Le tissu mou qui e naissance, et qu'on rencontre sur leurs faces et sur leurs bords penla durée de leur accroissement, a été peu étudié dans sa première pée fois la première lamelle osseuse produite, ce tissu croît comme les iostiques des autres os, aux dépens du périoste, en se déposant sur et sur les faces de la tablette osseuse. La substance fondamentale de st fibroïde, comme le blastème sous-périostal des autres os, et quant

. — A, portion d'os prise sur la face interne du pariétal d'un nouveau-né. ment de 300 diamètres; a, os creusé de cavités, encore pâle et mou; b, limite de stème d'ossification avec ses fibres et ses cellules. B, trois de ces cellules, gross.

aux cellules, elles prennent la forme étoilée, comme celle des dépôts périostiques, et deviennnent cellules osseuses (voy. fig. 165); elles sont allongées, mesurent en moyenne, chez l'homme, de 13 à 22μ en diamètre, et renferment un contenu granuleux, avec des noyaux oblongs. Les cellules destinées à l'accroissement en épaisseur de l'os n'ont jamais (à l'exception toutefois de celles de la cavité glénoïde du temporal) la moindre ressemblance avec les cellules du cartilage et s'ossifient presque sans exception, de même que leur substance fondamentale, sans grumeaux calcaires. Les cellules placées aux bords ou aux extrémités du noyau osseux peuvent au contraire, paraît-il, *revêtir plus tard la nature de véritables cellules de cartilage*. L'exemple le plus frappant de cette différence se rencontre sur le condyle du maxillaire inférieur; en ce point, il se produit, dès la vie fœtale, une couche épaisse de cartilage qui, pendant toute la période d'accroissement de l'os, préside à son allongement, de même qu'un cartilage épiphysaire. Le même fait s'observe dans la cavité glénoïde du temporal, à l'angle de la mâchoire inférieure (chez le veau) et aux extrémités antérieures des deux moitiés du maxillaire inférieur, unies entre elles à cette époque par une substance demi-fibreuse, demi-cartilagineuse, qui a beaucoup de ressemblance avec celle de la symphyse des pubis. Ces faits ne sont pas aussi singuliers qu'ils le paraissent d'abord, si l'on songe que *tout cartilage, dans le principe, est mou et consiste en cellules formatrices ordinaires*, et que *les cellules du blastème d'ossification sont analogues aux cellules de cartilage*, ainsi que nous le savons depuis Virchow. Il suffit, par conséquent, qu'au bout d'un certain temps les cellules du tissu formateur mou des os secondaires éprouvent les mêmes changements que les cellules formatrices du cartilage embryonnaire, pour déterminer l'apparition du cartilage dans ces os. L'observation ultérieure pourra seule apprendre s'il existe, chez les animaux, de semblables cartilages dans d'autres os secondaires, et quelle étendue de ces os ils occupent. J'ai fait remarquer précédemment que toutes les ossifications qui procèdent d'un tissu formateur mou s'opèrent sans grumeaux calcaires. Cette règle souffre quelques exceptions. Dans quelques cas, en effet, on remarque des dépôts grumeleux pendant l'ossification; néanmoins, *ces cas sont en somme assez rares, et les grumeaux ne se montrent jamais dans les premiers temps*. Enfin, les limites du travail d'ossification ne sont jamais aussi marquées ici qu'elles le sont dans les ossifications qui procèdent du cartilage.

Relativement aux os qui ne sont pas préformés à l'état de cartilage, je pense avec Gegenbaur, que certains d'entre eux ne reçoivent leur substance osseuse que par l'intermédiaire des ostéoblastes. Cette circonstance m'est connue pour les os de la face du veau et du mouton depuis mes recherches sur le développement du sac dentaire, et j'ai pu, à cette époque, montrer les ostéoblastes d'apparence épithéliale à H. Müller, qui reconnut qu'il n'avait jamais vu une si belle couche de cellules ostéogènes. Chez ces animaux, la première trace des maxillaires, par exemple, se montre sous la forme de *trabécules continues sans cellules*, qu'on doit considérer comme des produits de sécrétion d'une admirable couche d'ostéoblastes d'apparence épithéliale (fig. 166). Ce n'est que plus tard que les cellules participent également, et de la manière ci-dessus indiquée, à l'ostéogenèse. J'ai observé les mêmes faits sur d'autres os du crâne des mêmes animaux, et lorsque, dans certains os, il n'existait point de dépôts primitifs dépourvus de cellules, la couche continue d'ostéoblastes ne faisait nullement défaut; elle se voit même parfaitement développée sur les os plats du crâne, chez les embryons d'un certain âge (fig. 167). D'un autre côté, il y avait aussi de la substance ostéogène formée d'ostéoblastes et d'une substance interstitielle plus ou moins fibroïde, comme dans les premiers rudiments des os plats du crâne, dans les épaississements de ces os après la naissance, et dans quelques os de la face (fig. 168). Les deux dispositions se sont parfois trouvées réunies sur un seul et même os, de sorte qu'en définitive j'acquis la conviction que, sous ce rapport, il n'y a point de loi absolue. En fait, que les ostéoblastes sécrètent de la substance interstitielle dès avant ou pendant le dépôt de la matière calcaire, cela ne saurait constituer

une différence bien essentielle. — Dans leur intérieur, tous les os de révêtement croissent comme les autres, par de simples couches d'ostéoblastes.

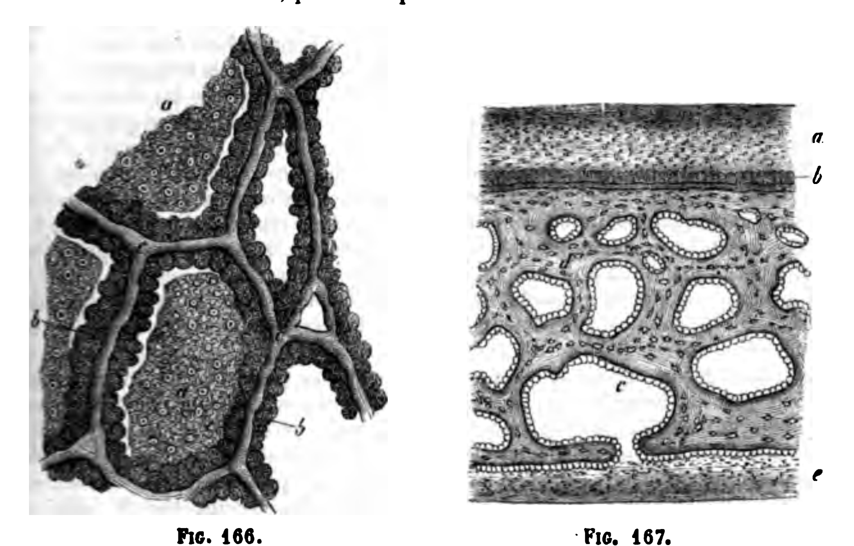


FIG. 166. FIG. 167.

Ainsi, les os secondaires ou de revêtement présentent dans leur développement la plus grande analogie avec les dépôts périostiques des autres os. Là aussi, il se produit

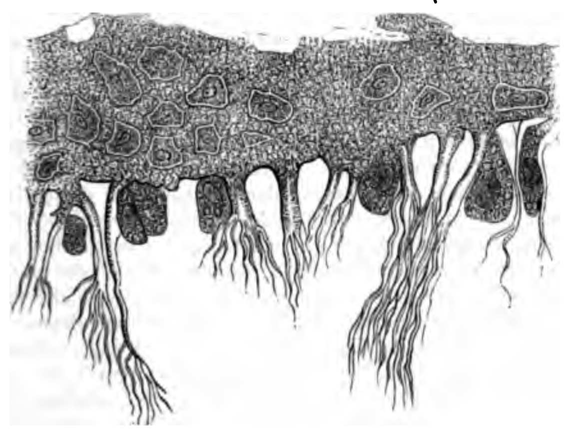


FIG. 168.

FIG. 166. — Préparation prise sur la mâchoire inférieure d'un fœtus de veau, de [illegible] millimètres de longueur, — Grossissement de 300 diamètres. — *a*, moelle avec vaisseaux sanguins ; *b*, ostéoblastes ; *c*, jeunes trabécules osseuses, encore libres de cellules,

FIG. 167. — Section du pariétal d'un fœtus de veau, grossie 100 fois. — *a*, périoste externe, formé de deux couches, l'une externe et fibrillaire, l'autre interne et molle ; *b*, ostéoblastes ; *c*, espaces médullaires dont la couche d'ostéoblastes est seule dessinée ; *d*, os ; *e*, périoste interne avec ses deux couches et une couche d'ostéoblastes.

FIG. 168. — Portion de l'os palatin d'un fœtus de mouton de 6,7 centimètres de longueur ; section transversale. — Grossissement de 400 diamètres. La face palatine de l'os présente des appendices fibrillaires formés de substance fondamentale molle, et entre ces appendices de gros ostéoblastes, dont une portion s'est détachée. — Dans l'os on trouve des cavités encore légèrement dentelées, contenant des ostéoblastes.

d'abord, dans la plupart des cas, une ossification du tissu conjonctif, laquelle, plus tard, se résorbe de nouveau partiellement, pour faire place à des lamelles d'os véritable, c'est-à dire à de la substance conjonctive simple ossifiée (voy. ci-dessous). Néanmoins cette résorption du canevas primitif ne va jamais bien loin dans ces os de revêtement, qu'on peut considérer comme ceux dans lesquels ce canevas se conserve le mieux. Aussi est-ce là qu'on trouve le plus développées les fibres radiées de Sharpey, dont il a été question plus haut, et qui ne sont autre chose que des faisceaux de tissu conjonctif calcifiés, à direction particulière.

Les derniers changements qui s'accomplissent dans les os secondaires n'ont pas tous été suffisamment observés. La manière dont ces os s'unissent entre eux, ou avec les os primitifs, par suture ou par fusion, est assez bien connue. Ainsi, par exemple, à l'époque où les premiers points osseux se montrent au niveau des bosses pariétales et frontales, sur la voûte crânienne, les os sont très-écartés les uns des autres et reliés entre eux par une membrane fibreuse, constituée par le prolongement des deux lames périostales, unies en dedans avec les restes du crâne membraneux de l'embryon et avec la dure-mère. Par suite des progrès du développement, les os se rapprochent les uns des autres en s'avançant de plus en plus entre les prolongements de leur périoste, jusqu'à ce qu'ils arrivent presque en contact, au niveau des sutures sagittales et frontales; il reste, cependant, longtemps encore un espace assez considérable entre eux (fontanelle antérieure), espace qui se comble dans la seconde année. En même temps, les os, dont les bords étaient jusqu'alors sans dentelures, s'envoient réciproquement des prolongements; et enfin, lorsque tout le blastème est consommé, ils se trouvent unis par les restes du périoste (auxquels on donne le nom de *cartilages suturaux*, ou mieux de *ligaments suturaux*. A des époques plus ou moins éloignées, les ligaments suturaux eux-mêmes peuvent être envahis par l'ossification; ce qui a toujours lieu dans la partie interne des sutures, où les dentelures sont peu marquées d'abord.

Les changements morphologiques qui s'accomplissent dans les os secondaires pendant leur développement sont encore très-énigmatiques et avaient à peine attiré l'attention. Si, par exemple, on compare le pariétal d'un fœtus ou d'un nouveau-né avec celui d'un adulte, on trouve que le premier présente une courbure plus prononcée, et l'on ne peut pas le regarder simplement comme un segment correspondant à la partie moyenne du dernier. Il faut dès lors que l'os subisse, pendant son accroissement, un changement radical dans la courbure de ses faces, changement qu'on ne peut pas considérer, avec Welcker, comme résultant d'une pression mécanique, mais qu'il faut rattacher à des dépôts inégaux de substance osseuse en dehors, en dedans, au milieu et vers le bord, ou bien à des dépôts en certains sens, et à des résorptions en certains autres, comme l'a démontré Lieberkühn sur des animaux nourris avec la garance. Ces dépôt inégaux sont manifestes en quelques points, comme, par exemple, au niveau des éminences et dépressions digitales de la surface interne des os du crâne, des sillons méningés; mais il me semble aussi qu'en certaines régions on ne peut arriver à une explication satisfaisante sans admettre des *résorptions locales*. Comment pourrait-on expliquer autrement l'accroissement en largeur de la face orbitaire du frontal, l'agrandissement de l'espace entre les bosses frontales qui a lieu, même après la fusion des deux moitiés latérales du frontal? Comment comprendre autrement les changements de forme que subit le maxillaire inférieur, c'est-à-dire l'augmentation de la distance qui sépare les apophyses coronoïdes de l'épine du menton, les changements de courbure de l'os, la disparition partielle des alvéoles et la formation d'alvéoles nouveaux? Nous avons vu qu'un travail analogue devait être admis dans les autres os; aussi ne faisons-nous aucune difficulté pour l'admettre ici, bien que le mode précis de cette résorption ne nous soit pas connu. Nous avons déjà indiqué que de semblables phénomènes se passent dans l'intérieur des os secondaires. La formation du diploé, qui devient évident vers la dixième année, ne s'accomplit pas autrement. Les sinus frontaux et l'antre d'Highmore, qui ne se développent que plus tard, résultent, au contraire, d'une résorption qui pro-

tion principale des canaux vasculaires est longitudinale et se confond avec
s rayons osseux qui se développent autour des points d'ossification. La pre-
isposition (perpendiculaire) donne à la surface de l'os un aspect criblé et se
e surtout dans les portions un peu épaisses de ces os. Plus tard, une
notable de ces canaux s'oblitèrent, ou du moins deviennent très-étroits, ce qui
surfaces osseuses plus lisses.

t aux *époques* de l'ossification dans les diverses parties du squelette, voyez
stoire du développement, p. 184 à 225.

1. **Phénomènes vitaux des os complétement développés.** — Pen-
oute la durée de l'âge viril, il n'y a dans les os que des changements
ologiques presque insensibles. Dans cette période, quelques-unes
difications précédemment étudiées se continuent : tels sont l'agran-
ent des sinus des os crâniens, celui des points d'insertion des mus-
des tendons, des sillons vasculaires. Mais il ne se fait plus alors des
les productions osseuses un peu étendues sous le périoste, ou dans
aux de Havers ; on ne voit pas non plus ces résorptions considé-
en rapport avec la production osseuse. Y a-t-il dans les os com-
ent développés une sorte d'échange, sinon de parties élémentaires,
ins d'atomes, échange dans lequel la forme extérieure ne serait
difiée ? C'est là une autre question, pour la solution de laquelle
roscope ne peut fournir aucun éclaircissement. Ce qu'il y a de
, c'est que la structure des os est telle que malgré leur constitu-
gide, ils sont cependant de toutes parts, et jusque dans leur inti-
n contact avec le plasma nourricier du sang. Partout où la sub-
de l'os a des connexions avec les vaisseaux, c'est-à-dire à la surface
ure, sur les parois des cavités et des espaces médullaires, et sur
des canaux de Havers, on rencontre des millions de petites ou-
s, très-rapprochées les unes des autres. Ces ouvertures conduisent

Dans aucun tissu, d'ailleurs, la pénétration des liquides jusqu'aux particules les plus déliées n'était plus nécessaire. Il n'est pas douteux que les liquides, issus des vaisseaux sanguins, que reçoit *le système des canaux plasmatiques* (Lessing) des os (ce système, dans nos idées actuelles, doit être considéré *comme un réseau de cellules étoilées*) ne soient d'une indispensable nécessité à l'entretien des os; ces liquides, d'ailleurs, sont modifiés par les phénomènes biologiques qui s'accomplissent dans les corpuscules à noyau des cellules osseuses, car ces cellules, comme d'autres cellules vivantes, paraissent contenir un cytoplasme albumineux, et conséquemment ne doivent pas être envisagées comme de simples cavités servant à la circulation des fluides. Toutes les fois, en effet, que l'afflux du sang vers la substance osseuse se trouve empêchée, soit par la destruction du périoste ou de la moelle, soit par la ligature des vaisseaux du membre, soit par l'oblitération, suite de la compression des vaisseaux du périoste (productions accidentelles, anévrysmes), on voit survenir comme conséquence, dans la partie correspondante de l'os, une nécrose, qu'il n'est pas toujours au pouvoir de la circulation collatérale de conjurer. D'après Virchow, cette nécrose peut être parfois circonscrite dans la substance osseuse déposée autour d'une seule ou d'un très-petit nombre de cellules osseuses. Mais il ne nous est pas possible de dire comment se meut le plasma des os. Il faut bien admettre, cependant, dans ce plasma, un mouvement dont le point de départ et le point d'arrivée sont dans les vaisseaux (mouvement probablement dirigé des systèmes lamellaires les plus riches en artères vers ceux qui contiennent plus de veines, et à travers plusieurs systèmes de lamelles). Il est plus difficile encore de dire quels sont les changements que la nutrition accomplit dans le tissu osseux, attendu que nos connaissances chimiques, celles surtout qui sont relatives aux produits de décomposition des os, laissent encore énormément à désirer.

Ce qui concourt encore à prouver que la substance osseuse est dans un mouvement continuel et assez énergique de composition et de décomposition, ce sont et les maladies diverses dont elle peut être atteinte, et les changements qu'elle subit dans un âge avancé. A cette époque, en effet, des parties entières de l'os, aussi bien extérieures qu'intérieures, disparaissent. C'est ainsi, par exemple, que les apophyses alvéolaires des mâchoires se résorbent; que tous les os, et en particulier les os longs et les os du crâne, deviennent plus spongieux et plus fragiles; que les orifices vasculaires s'agrandissent (vertèbres, épiphyses); que les surfaces osseuses, enfin, deviennent plus rugueuses. A cette atrophie sénile des os se joint quelquefois consécutivement une formation de substance osseuse dans la profondeur de l'os (sclérose), comme cela s'observe pour les os plats du crâne, où, contrairement à ce qui a lieu dans les os du vieillard, le diploé disparaît, par suite du dépôt de substance osseuse nouvelle dans ses cavités, les sinus veineux et les orifices émissaires s'oblitèrent, et tout l'os devient plus pesant.

Nous ne pouvons ici que signaler très-brièvement ce qui est relatif aux nombreuses *altérations pathologiques* des os. Les *fractures* guérissent facilement dans les conditions un peu favorables, par la formation d'une véritable substance osseuse (je m'en suis assuré ainsi que d'autres anatomistes), qui, dans les os longs des animaux, est précédée par la formation d'un vrai cartilage, tandis que chez l'homme ce n'est pas toujours le cas. Dans les fractures des os spongieux, dans les fractures intra-articulaires, ou par suite de conditions défavorables, les extrémités des fragments ne se réunissent souvent que par un cal fibreux, ou bien même il se forme entre elles une sorte d'articulation. Le tissu osseux se régénère facilement après les pertes de substance ; c'est alors surtout le périoste qui joue un rôle considérable, comme dans l'accroissement des os en épaisseur. Il résulte des remarquables recherches d'Ollier que cette régénération est opérée par un tissu formateur ostéogène (*blastème sous-périostal*, Ollier), qui se retrouve dans l'os complétement développé, aussi bien que dans l'os en voie de développement, quoiqu'en moindre proportion. D'après Ollier, chez les mammifères, des lambeaux de périoste partiellement ou même complétement détachés de l'os, étant transplantés en d'autres régions du corps, produisent constamment de la substance osseuse, pourvu qu'ils comprennent la couche en question. Cette couche a-t-elle été enlevée par le raclage, le périoste perd cette propriété. Celle-ci, du reste, ne se montre pas au même degré sur tous les points du périoste : c'est ainsi, par exemple, que la dure-mère crânienne l'emporte très-manifestement sous ce rapport sur le péricrâne. Chez les animaux, des os entiers des membres et les côtes se régénèrent à peu près dans leur forme normale, lorsque le périoste a été ménagé : c'est ce que démontrent beaucoup de pièces de la collection Heine du cabinet anatomique de Würzburg. Mais, même après l'excision complète du périoste, il se développe encore un fragment d'os (Heine). Chez l'homme, on connaît déjà un certain nombre d'exemples de régénération d'os entiers, tels que le maxillaire inférieur, les côtes, l'omoplate (Chopart), et quant à la régénération de fragments osseux plus ou moins considérables, rien n'est plus commun. Ce sont notamment les diaphyses qui se reproduisent facilement quand elles ont disparu par une cause quelconque ; la régénération est plus rare dans les os spongieux, dans les parties spongieuses des os longs et dans les os du crâne. Dans quelques cas, cependant, les trous faits par le trépan sont comblés, non par une membrane fibreuse, mais par des lamelles osseuses isolées, ou même par une lame osseuse complète. La rondelle d'os enlevée par le trépan peut même se ressouder directement, comme on l'a vu aussi pour d'autres fragments osseux incomplétement détachés (Pauli).

L'*hypertrophie* des os se montre sous les formes les plus diverses, qu'on peut cependant grouper sous deux chefs principaux : 1° apposition de substance osseuse, ou hyperostose extérieure, procédant principalement du périoste ; 3° dépôts internes (sclérose), ou oblitération des espaces médullaires ou des canaux de Havers par une substance osseuse de nouvelle formation. Ces deux formes peuvent exister isolément ou se combiner l'une avec l'autre. La première se montre dans les inflammations idiopathiques du périoste, dans celles qui accompagnent le cancer, la goutte, la syphilis, etc ; la dernière, à part l'influence de l'âge, est surtout consécutive au rachitisme, à l'ostéomalacie et à la syphilis. En ce qui concerne les caractères microscopiques, Virchow a le premier démontré nettement que, très-souvent, les productions osseuses pathologiques procèdent de l'ossification directe du tissu conjonctif, sans passer par l'état cartilagineux. La substance osseuse de nouvelle formation est tantôt semblable à la substance normale (beaucoup d'hyperostoses extérieures sont dans ce cas), tantôt elle est plus dense, et creusée de canaux vasculaires étroits et de vastes cavités irrégulières. L'*atrophie* des os se présente comme une résorption totale dans les maladies de longue durée, dans les paralysies, dans les ankyloses, ou comme une *résorption de certains éléments osseux*, analogue à l'atrophie sénile, dans la syphilis, la lèpre, la cachexie mercurielle, les paralysies, etc. On observe la *mortification* de l'os (nécrose) après la destruction du

périoste, dans les inflammations de cette membrane, et dans l'ostéite, etc.; la nécrose est généralement accompagnée d'un accroissement excessif des parties saines de l'os.

L'*ostéomalacie* et le *rachitisme* sont des lésions spéciales du tissu osseux. Dans la première, l'observation microscopique n'a rien fourni qui mérite d'être signalé ici; la seconde a été étudiée par moi, par H. Meyer, Virchow et H. Müller, et présente quelques particularités dignes d'être mentionnées : dans les cartilages épiphysaires, développés d'une manière disproportionnée : 1° la couche des cellules de cartilage en voie d'ossification (c'est-à-dire les cellules disposées en séries) mesure de 4 à 11 millimètres d'épaisseur, au lieu de $0^{mm},75$; 2° la limite du point d'ossification est dentelée, l'os et le cartilage se pénétrant mutuellement; 3° quand les os sont *bien complétement* rachitiques, le pourtour du point d'ossification ne présente point de grumeaux calcaires; les capsules de cartilage se transforment, presque sans exception, en capsules osseuses, pareillement sans grumeaux calcaires, avant que l'ossification envahisse la substance fondamentale; plus tard, et pendant la formation des espaces médullaires, ces capsules osseuses font place à la substance osseuse permanente, comme dans les os sains. Sur les *diaphyses*, la couche de tissu en voie d'ossification est beaucoup plus épaisse, et s'ossifie également avec une grande lenteur, de sorte que la substance compacte de ces os peut être couverte d'une couche épaisse d'un tissu dont la structure et la disposition sont celles de l'os, mais qui est mou, et dans lequel on trouve quelquefois du cartilage. En outre, d'après H. Müller, la cavité médullaire est souvent complétement remplie d'un tissu mou qui, au point de vue histologique, ressemble au tissu osseux, mais qui n'est pas ossifié.

Les *productions cartilagineuses et osseuses accidentelles* sont très-communes. Bien que le tissu cartilagineux ne soit point susceptible de régénération, bien que ses solutions de continuité ne se réparent que par du tissu fibreux et plus rarement par du tissu osseux (côtes), les productions cartilagineuses accidentelles se montrent cependant dans beaucoup d'organes; on les trouve, sous le nom d'*enchondromes*, dans les os, dans la mamelle, la parotide, le testicule, le poumon, la peau; on les rencontre aussi, comme revêtements de nouvelle formation, sur les végétations osseuses, au pourtour des surfaces articulaires (Ecker). Les productions osseuses accidentelles se montrent sous la forme d'ossifications des cartilages permanents (côtes, larynx, très-rarement dans l'épiglotte; ossifications de tendons, os des militaires, par exemple); dans la dure-mère, dans l'arachnoïde, dans l'œil, dans l'ovaire, dans les membranes fibreuses (membrane obturatrice), dans l'enchondrome, dans les tumeurs fibreuses et cancéreuses, dans le poumon (kystes pileux de Mohr). Dans tous ces cas, le tissu osseux de nouvelle formation ne diffère pas essentiellement du tissu normal, et procède tantôt du cartilage, tantôt et plus souvent d'un tissu mou (Virchow, *Arch.*, I, p. 137).

L'*étude des os* se fait principalement à l'aide de tranches convenablement préparées. A cet effet, on enlève, à l'aide d'une scie à lame fine, de minces lamelles d'os, qu'on use ensuite sur une pierre imbibée d'eau, soit avec le doigt, soit avec une autre pierre plus petite, pendant quelques minutes (de cinq à dix minutes), jusqu'à ce qu'elles soient uniformément transparentes. On traite la lamelle obtenue par l'éther, pour la dépouiller de la graisse qu'elle contient souvent; après quoi, on peut s'en servir pour étudier les canaux de Havers et la disposition des cavités osseuses en humectant la préparation avec de l'eau, ou pour étudier les divers systèmes de lamelles qui entourent les canaux de Havers, en ajoutant de la térébenthine. Les cellules osseuses et leurs prolongements se voient nettement, grâce à l'air qu'ils renferment, et qui leur donne une couleur foncée; on les rend également très-visibles en ajoutant des liquides colorés. L'essence de térébentine les remplit complétement, si bien que leurs prolongements, et souvent même les cellules osseuses elles-mêmes, échappent à l'observation. La même chose arrive dans l'eau et dans la térébenthine plus épaisse, mais beaucoup moins rapidement; aussi, avant que cet effet se produise sur tous les

points, beaucoup d'entre elles peuvent-elles être aperçues très-distinctement. Si l'on veut rendre les cavités osseuses et les canalicules visibles d'une manière permanente, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de polir une tranche mince en la frottant entre deux plaques de verre; on peut alors l'examiner sans ajouter aucun liquide, et l'on obtient des images analogues à celles qui sont reproduites dans les figures 137 et 138. Les tranches conservées dans le baume du Canada montrent très-bien les cellules, et n'exigent point de polissage préalable. — Je ne conseille pas de polir les tranches avec de l'huile, parce que les cavités osseuses se remplissent de la matière grasse, et le lavage à l'éther suffit rarement à les en débarrasser complétement.

Après l'observation des tranches d'os, l'étude du cartilage osseux est ce qu'il y a de plus utile. On se procure ce dernier en traitant les os à froid par l'acide chlorhydrique étendu (1 partie d'acide et 10 à 20 parties d'eau), et en changeant souvent le liquide jusqu'à ce que l'ammoniaque n'y détermine plus aucun précipité. Quelques heures suffisent pour obtenir ce résultat avec de petits fragments d'os; il faut plusieurs jours pour un os entier. A l'aide d'un scalpel bien tranchant, on sépare sur le cartilage ainsi obtenu, et dans toutes les directions, de petites tranches, qu'on peut principalement utiliser pour l'étude des canalicules de Havers et des lamelles; on peut aussi enlever ces dernières de la surface de l'os. Les cellules osseuses y sont encore très-distinctes; leurs prolongements figurent comme de fines stries, et leurs noyaux peuvent être vus sans autre préparation, ou plus nettement au moyen de la potasse, ou encore sur du cartilage d'os en parties dissous dans l'eau. Par une macération prolongée de l'os dans l'acide chlorhydrique concentré, ou par une coction prolongée dans la marmite de Papin (Hoppe), les capsules qui entourent les cellules osseuses (protoblastes) s'isolent complétement, sous la forme d'éléments étoilés, à parois délicates, ou, comme dans le cément des dents du cheval, sous la forme d'enveloppes arrondies, analogues à des capsules de cartilage. Un procédé plus avantageux encore, d'après Förster, pour montrer les capsules osseuses avec tous leurs prolongements, consiste à ramollir de petits fragments d'os ou de cartilage osseux dans l'acide nitrique fumant, additionné d'un peu de glycérine. Par le ramollissement prolongé du cartilage d'os dans l'eau, les systèmes de lamelles des canalicules de Havers se séparent plus ou moins complétement et apparaissent sous la forme de grosses fibres très-courtes entre les lamelles fondamentales (*clavicoli* de Gagliardi). — Lorsqu'on met les os dans un creuset de platine et qu'on les porte au rouge blanc, ils deviennent noirs d'abord, et enfin tout à fait blancs; les parties organiques sont brûlées, et les parties terreuses restent dans le creuset en conservant tout à fait la forme de l'os primitif. Un os ainsi préparé peut servir à l'étude de la structure lamelleuse de la substance compacte et des systèmes lamellaires des canalicules de Havers; ces systèmes se présentent, en effet, isolés en partie, comme aussi sur les os décomposés à l'air libre.

Pour observer au microscope les parties inorganiques de l'os, on calcine des tranches d'os sur une lame de platine. Ces tranches doivent être extrêmement minces, parce qu'elles redeviennent plus opaques par la calcination, et parce que, à cause de leur fragilité, elles ne se laissent plus user alors qu'en fragments très-petits (Bruns). On peut aussi faire bouillir des tranches osseuses dans une lessive de potasse. Sur l'une et l'autre espèce de préparations, on distingue nettement les cavités osseuses vides, avec les origines des canalicules, au sein de la substance fondamentale finement granulée. On voit très-facilement les caractères normaux des cavités osseuses sur des tranches ou sur des lamelles minces d'un os tout à fait frais; les os de la face, en beaucoup de points, conviennent surtout pour ce mode d'examen. On peut aussi étudier au microscope les vaisseaux injectés naturellement sur des os frais; cette méthode est préférable à celle qui consiste à recourir à l'injection artificielle, laquelle ne réussit pas facilement. D'ailleurs, pour suivre les vaisseaux un peu loin, il faut, après l'injection, ramollir les os dans l'acide chlorhydrique et les conserver dans la térébenthine.

Les *nerfs* des os peuvent se voir facilement, à l'œil nu, sur les artères nourri-

cières des grands os longs, et au moyen du microscope, sur les petits vaisseaux. O étudie ceux du périoste après l'avoir rendu transparent à l'aide de la soude ou c l'acide acétique dilué.

Pour l'étude des *cartilages*, on se servira surtout avec avantage des cartilag costaux ou des cartilages diarthrodiaux, où les capsules des cellules de cartilage pe vent être vues en partie sans préparation; on peut les rendre plus évidentes en tra tant la pièce par la soude ou par l'acide acétique, qui donnent à la substance fo damentale plus de transparence. Les capsules de cartilage s'isolent facilement par l coction ou la macération dans les acides et les alcalis; cet état d'isolement exist naturellement dans les cartilages jaunes, surtout chez les grands mammifères.

Pour étudier le *développement* des os, on aura recours à un os long et au pariétal D'après H. Müller, on se servira avec grand avantage de fragments de ces os con servés dans l'acide chromique ou dans cet acide additionné d'un peu d'acide chlor hydrique; sur ces fragments, on enlève avec un rasoir de fines tranches, qu'on ren plus transparentes encore par la glycérine et qu'on débarrasse de la jeune moelle en les frottant avec un pinceau. Par ce dernier moyen, on obtient des figures très instructives, relativement à la manière dont la substance osseuse se dépose sur le car tilage calcifié. Les ostéoblastes, au contraire, se voient mieux sur des tranches non altérées et aussi fines que possible, particulièrement des os de la face. Les os rachi tiques sont également instructifs à divers points de vue.

Bibliographie. — Consultez d'abord la bibliographie des pages 91 et 109. — F. Bidder, in *Müller's Arch.*, 1849, p. 292. — Vötsch, *Die Heilung der Knochen brüche per primam intentionem*. Heidelberg, 1847. — Kölliker, in *Mitth. de Zürch. nat. Gesellsch.* 1847, p. 93.— J. Leidy, in *Amer. Journal of the Med. Sc.* 1849. — Redfern, in *Monthly Journal*, 1854, janv. — Rokitansky, in *Zeitschrif der Wiener Aertzte*, 1848, p. 1. — L. Ullmann, *Disquis. de villis hominum, supe riorumque animalium*. Dorpat, 1855, c., 2 tab.—A. Krukenberg, in *Müller's Arch.* 1849, p. 403.—Virchow, in *Verhandl. der Würzb. phys. med. Ges.*, t. I, n° 13 — Robin, in *Mémoires de la Société de biologie*, 1850, p. 179 et *Gazette médicale de Paris*, 1857, n° 14. 16. — Brullé et Hugueny, in *Annales des sc. nat.*, nouv série, 1845, p. 383. — Flourens, *Théorie expérimentale de la formation des os* Paris, 1847, in-8° avec 7 planches.— R. Maier, *Das Wachsthum der Knochen nach der Dicke*. Freiburg im Br., 1856. — H. Müller, in *Würzb. Verhandl.*, t. VIII p. 150 et in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3e série, t. II, 1858. — Ch. Rouget, *Dévelop pement et structure du système osseux*. Paris, 1856. — Fürstenberg, in *Müller' Arch.*, 1857, p. 1. — Lachmann, in *Müller's Arch.*, 1857, p. 15, — Ch. Aeby in *Gött. Nachr.*, 1857, n° 23. — A. Baur, in *Müller's Arch.*, 1857, p. 347. — Beck, *Abhandl. über einige in Knochen verlaufende Nerven*. Freyburg, 1846.—Kölli ker, in *Würzb. Verhandl.*, I.— Luschka, *Die Nerven in der harten Hirnhaut*. Tübin gen, 1850, et *Die Nerven des Wirbelkanales und der Wirbel*. Tübingen, 1850, i *Zeitschr. f. rat. Med.*, VII, n. s. p. 129; VIII, p. 222; in *Virch. Arch.*, VII p. 299; IX, p. 311; in *Müller's Arch.*, 1855, p. 461; *Die Halbgelenke des menschl Körpers*. Berlin, 1858. — Rüdinger, *Die Gelenkenerven des menschl. Körpers* Erlangen, 1857.— A. Rauber, *Vater'sche Körperchen der Bänder und Periostnerven* 1855. Diss. — E. J. Kaufman, in *Virch. Arch.*, VI, p. 412. — R. Hein, *De ossium medulla*. Berol., 1856. — C. Aeby, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. IV, 1858, p. 39 53. — L. Ollier, in *Journal de la physiol.*, II, p. 1, 169 et 468; in *Gazette méd de Paris*, 1859, n° 37, et 1860, n° 12; in *Journal de la physiol.*, III, p. 87, IV p. 87.— N. Lieberkühn, in *Berl. Monatsber. aus dem Jahre* 1861, p. 264 et 517 — H. Müller, in *Würzb. med. Zeitschr.*, t. I, p. 221. — C. O. Weber, *Die Kno chengeschwülste*. Bonn, 1856.— W. A. Freund, *Beitr. z. norm. u. path. Histologi d. Rippenknorpel*. Breslau, 1858. — A. Wagner, *Ueber den Heilungsprocess nach Resorption und Extirpation der Knochen*. Berlin, 1852, 4 pl. — U. Hilty, *Der innere Callus und seine Entstehung*, Zürich, 1852, et aussi dans *Zeitschr. für rat*

Medic. III, p. 189. — H. Meyer, *Zeitschr. für rat. Med.*, III, 1853, p. 143. — R. Volkmann, in *Virch. Arch.*, t. 24, p. 512, et *Deutsche Klinik*, 1864, n° 22. — H. Welker, *Untersuch. über Wachsth. u. Bau d. menschl. Schädels*, 1 p. Leipz., 1862. — W. Römer, *z. Entwickl. d. Ellbogengelenks.* Marb., 1863, Diss. — R. Buchholz, in *Virch. Arch.*, t. XXVI, p. 78. — F. Strassmann, *Nonn. Obs. ad ossium increment. pert.* Berol., 1862. Diss.—Robin, in *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, I, p. 88, et *Gaz. méd.*, 1865, n° 5, 7. — C. Gegenbaur, in *Jenaische Zeitschr.*, I, p. 1, III, p. 54, et *Unters. z. vergl. Anat. d. Wirbelth.*, 1er et 2e cah., 1864-65.— J. Uffelmann, in *Deutsche Klinik*, 1864, n° 15, 19 et 37, et *Anat.-chir. Stud. oder Beitr. z. d. Lehre v. d. Knochen jug. Indiv.* Hameln, 1865. — C. Hüter, in *Virch. Arch.*, t. 29, p. 121. Voyez en outre la *Syndesmologie* de Henle.

CHAPITRE IV

DU SYSTÈME NERVEUX

SECTION PREMIÈRE

SYSTÈME NERVEUX EN GÉNÉRAL.

§ 102. **Délimitation, division.** — Au point de vue de l'anatomie descriptive, le *système nerveux* forme un ensemble continu, composé de deux masses principales, la *moelle épinière* et l'*encéphale*, et d'une foule de cordons, les *nerfs*, qui de ces masses s'étendent à presque toutes les parties de l'organisme. La moelle épinière et l'encéphale constituent le *système nerveux central* ou les *organes centraux*. Ils sont, pour l'anatomiste, la source d'où viennent tous les nerfs; pour le physiologiste, des organes d'un ordre supérieur, qui excitent les mouvements et qui sont le siége des sensations et des facultés de l'âme. Les nerfs, au contraire, dont la réunion forme le *système nerveux périphérique*, jouent simplement le rôle de conducteurs, chargés de transmettre aux centres nerveux les impressions venues du dehors et de porter aux muscles l'excitation produite dans les organes centraux. Cette manière de voir, cependant, n'est pas complétement exacte, attendu que : 1° il existe dans les organes centraux beaucoup d'éléments subordonnés semblables à ceux qui forment les nerfs ; 2° les *ganglions* ou *renflements nerveux* du système nerveux périphérique renferment des éléments analogues, sous le rapport de la forme et des fonctions, à ceux des organes centraux. Quant à l'ancienne division du système nerveux en *système de la vie animale* et *système de la vie végétative*, elle tombe devant les observations modernes, et le *grand sympathique* ou *système nerveux ganglionnaire* ne devra être considéré désormais que comme une portion du système nerveux périphérique, portion constituée, il est vrai, d'une manière toute spéciale.

§ 103. **Éléments du système nerveux.** — Les *tubes nerveux* ou *fibres nerveuses*, appelées aussi *tubes primitifs, fibres primitives des nerfs* (*fila ner-*

vea, s. tubuli nervei, s. fibræ nerveæ) (fig. 169-171), sont des filaments souples, fins, cylindriques, de 1 à 20 μ de diamètre, qui constituent l'élément principal des nerfs et de la substance blanche des organes centraux, mais qui se rencontrent également dans presque toutes les parties formées de substance grise et dans les ganglions. Eu égard à leur structure, on les divise en deux groupes, les *tubes à moelle* et les *tubes sans moelle.* Ces derniers s'observent surtout au niveau de la terminaison des nerfs dans les organes; mais on les rencontre aussi dans quelques autres régions, dans le nerf olfactif, dans le grand sympathique, par exemple, tandis que les premiers caractérisent principalement les grosses ramifications des nerfs cérébro-spinaux et la substance blanche des organes centraux. Bien que ces deux groupes offrent quelques caractères essentiels communs, il convient cependant de les étudier séparément.

§ 104. **Tubes nerveux contenant de la moelle.** — Ces tubes nerveux, qu'on appelle aussi *tubes à contours foncés* (fig. 169, 1), examinés à l'état frais,

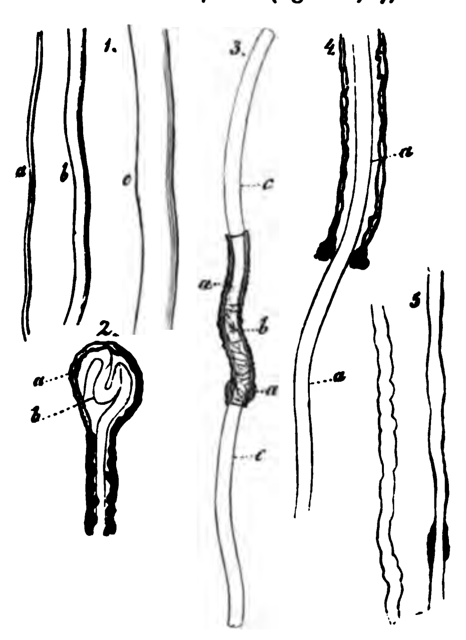


Fig. 169.

Fig. 169. — Fibres nerveuses vues à un grossissement de 350 diamètres. — 1. Fibres du chien et du lapin à l'état naturel : *a*, tube mince ; *b*, tube moyen ; *c*, tube large d'un nerf périphérique. — 2. Fibre nerveuse de la grenouille, après addition de sérum : *a*, goutte de moelle exprimée du tube ; *b*, cylindre de l'axe au milieu de la goutte de moelle et se prolongeant dans le tube. — 3. Fibres fraîches de la moelle épinière de l'homme, après addition du sérum : *a*, *b*, gaîne médullaire à double contour ; *c*, cylindre de l'axe. — 4. Fibre à double contour du quatrième ventricule de l'homme. Le cylindre de l'axe, *a*, fait saillie au dehors, et se voit aussi dans l'intérieur de la fibre. — 5. Deux cylindres de l'axe isolés, tirés de la moelle épinière : l'un a des contours onduleux, l'autre présente de petits renflements et un peu de moelle adhérente à sa surface.

et par transparence, sont limpides, diaphanes, à simple contour; vus à la lumière directe, ils sont brillants, opalins comme de la graisse, blancs, quand ils sont réunis en grand nombre. Dans cet état, il est impossible de distinguer les différentes parties qui entrent dans leur composition. Mais des moyens très-simples permettent de reconnaître qu'ils sont formés de trois éléments bien distincts, d'une *enveloppe délicate*, d'un *liquide visqueux* et d'une *fibre molle*, *mais élastique*, placée au centre de ce dernier.

L'*enveloppe* ou la *gaîne* des tubes nerveux (*membrane limitante* de Valentin, gaîne de Schvann ou gaîne primitive des auteurs, névrilème de M. Schultze et de quelques modernes) (fig. 171, 1, 2, 3, 4 *a*) est une membrane extrêmement mince, souple, élastique, complétement homogène et hyaline, et que, pour ce motif, on ne peut voir sur des fibres nerveuses exemptes de toute altération, si ce n'est dans quelques régions limitées. Mais, sous l'influence de réactifs appropriés, elle devient parfaitement évidente, du moins dans les grosses fibres des cordons nerveux. On peut alors reconnaître qu'elle jouit de mêmes propriétés chimiques que le sarcolemme des fibres musculaires. Il n'a pas été possible jusqu'ici de démontrer cette gaîne sur les fibres les plus fines du système nerveux périphérique, non plus que sur les fibres des parties centrales; la question de savoir si elle y existe ou non n'a pas encore été résolue définitivement.

En dedans de la gaîne primitive, qui, sur tous les tubes nerveux, présente, en apparence à sa face interne, mais en réalité, très-probablement, dans son épaisseur, des *noyaux de cellule* de forme oblongue, on trouve la *moelle nerveuse* (*gaîne médullaire* de Rosenthal et Purkyně, *substance blanche* de Schwann) (fig. 169, 3 *b*, fig. 171, 3, 4 *b*), qui forme un tube cylindrique, enveloppant étroitement la fibre centrale. La moelle des fibres fraiches est complétement homogène, visqueuse comme une huile épaisse, transparente et limpide ou d'un blanc brillant, suivant le mode d'éclairage; c'est elle évidemment qui donne aux nerfs leur brillant spécial et leur couleur blanche à la lumière directe. Par le refroidissement, ou sous l'influence de l'eau, de la plupart des acides et d'une foule d'autres réactifs, la *moelle nerveuse* se modifie rapidement et d'une manière constante. Cette modification consiste essentiellement en une *coagulation*, qui procède de la superficie vers la profondeur, et qui peut envahir toute l'épaisseur de la moelle ou se borner aux couches les plus externes. Dans ce dernier cas, il se produit des *tubes nerveux à doubles contours* (fig. 169, 2, 3, 4), c'est-à-dire dont la gaîne médullaire est coagulée dans ses couches superficielles, tandis qu'elle est restée fluide à sa partie interne. Lorsque, au contraire, la coagulation a été complète, tout le contenu des tubes paraît grumeleux et de couleur foncée (fig. 170). En effet, la moelle nerveuse coagulée présente rarement un aspect homogène; ordinairement elle est grumeleuse, granuleuse, comme composée de masses distinctes, plus ou moins volumineuses; traitée par l'acide acétique, elle semble souvent formée de petits bâtonnets isolés ou réunis en réseau. D'un autre côté, il suffit de la moindre pression pour altérer

la moelle nerveuse : on la voit alors s'échapper par les extrémités du tube ou par des ruptures survenues sur des dilatations sacciformes de la gaîne, et se diviser en gouttes plus ou moins volumineuses, qui affec-

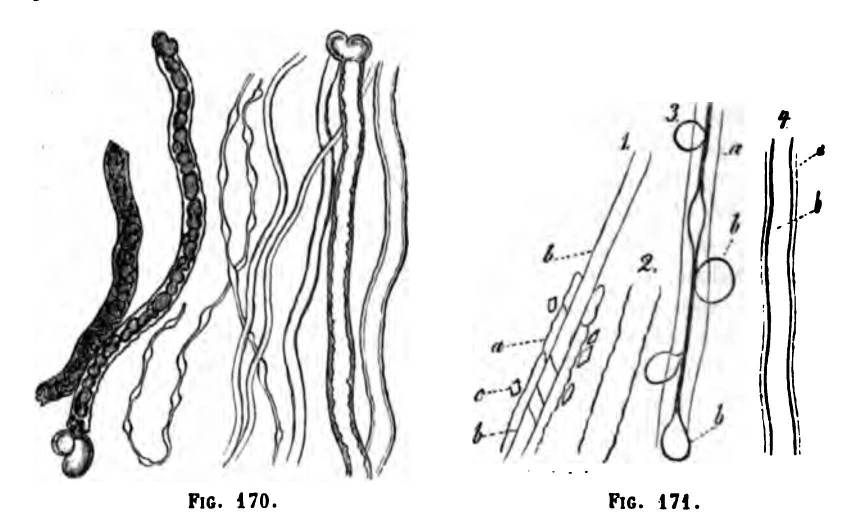


Fig. 170. Fig. 171.

tent toutes les formes possibles, celle de sphères régulières, de massues, de fuseaux, de cylindres, de filaments, voire même celle des corps les plus bizarres; et comme ces gouttes peuvent elles-mêmes se coaguler à leur surface seulement ou dans toute leur épaisseur, elles présentent, de même que les fibres nerveuses, tantôt un double contour, tantôt un aspect plus ou moins grumeleux. Mais la gaîne médullaire se modifie également dans l'intérieur du tube nerveux, et au lieu de conserver sa distribution égale et sa forme cylindrique, elle s'accumule bientôt en masses distinctes. De là résultent les *tubes variqueux* (fig. 170), qui ont si souvent occupé les anatomistes, et dans lesquels la moelle forme, soit une série régulière de renflements en chapelet, soit des masses irrégulières d'un volume variable, et peut même présenter, par places, de véritables solutions de continuité. Ces diverses formes de la moelle, auxquelles participe souvent la gaîne, ne modifient en rien celle de la fibre centrale; elles sont tout artificielles et se montrent surtout dans les tubes minces des organes centraux et dans ceux qui ont une gaîne fort délicate.

Fig. 170. — Tubes nerveux de l'homme, grossis 350 fois ; il y a quatre tubes minces, dont deux variqueux et un tube moyen à simple contour, et quatre tubes larges ; de ces derniers, deux sont à double contour et deux contiennent une matière grumeleuse.

Fig. 171. — Fibres nerveuses grossies 350 fois. — 1. Fibres nerveuses de la grenouille, bouillies dans l'alcool et l'acide acétique : *a*, gaîne ; *b*, cylindre de l'axe ; *c*, cristaux (graisse?). — 2. Gaîne isolée d'un nerf de la grenouille, qu'on a fait bouillir dans la soude. — 3. Fibre du plancher du quatrième ventricule de l'homme, traitée par la soude : *a*, gaîne ; *b*, moelle s'écoulant par gouttelettes. Le cylindre de l'axe fait défaut ; il a été détruit par le mode de préparation. L'espèce de cordon qui occupe la ligne médiane est formé par la moelle. — 4. Fibre de la racine du nerf moteur oculaire externe de l'homme, traitée par la soude : *a*, gaîne ; *b*, moelle. Le cylindre de l'axe n'est pas visible.

fibre centrale ou *fibre de l'axe* des tubes nerveux (*ruban primitif* ou *rimitif* de Remak, *cylinder axis* de Purkyně) (fig. 169, 2, 4, 5; I1, 1), est une fibre cylindrique ou légèrement aplatie, qui, dans les nerveux frais, n'est pas plus distincte que la gaîne amorphe, lu qu'elle est entourée de toutes parts par la moelle, et qu'elle ré- la lumière absolument comme cette dernière. Mais on la décou- sément en déchirant les tubes nerveux, ou en les traitant par réactifs. On reconnaît alors qu'elle constitue un *élément normal* des nerveuses, élément qu'on peut voir dans l'intérieur des tubes ou à d'isolement. Avant toute préparation, la fibre centrale est pâle, géné- ent homogène, quelquefois finement granulée ou striée, à contours rectilignes, souvent irréguliers par places; ordinairement elle con- partout le même diamètre, plus rarement elle présente des élargis- ts et des rétrécissements alternatifs (fig. 169, 5) ou de légères vari- s. Ce qui la distingue surtout de la moelle nerveuse, c'est qu'elle oint fluide et visqueuse, bien que souple et flexible ; qu'elle est, au ire, solide et élastique, à peu près comme l'albumine coagulée, nce dont elle paraît se rapprocher également par ses propriétés ques. Le *cylindre de l'axe* existe dans toutes fibres nerveuses pour- le moelle, même dans les plus fines, et présente partout les mêmes ères. Sa largeur est environ la moitié ou le tiers de celle des fibres uses.

diamètre des tubes nerveux pourvus de moelle ou à contours foncés ès-variable, et mesure de 1 à 20 μ. Pour la facilité de la description, s divise ordinairement en *tubes très-fins* (au-dessous de 2 μ), *tubes* s (de 2 à 4 μ), *tubes moyens* (de 4-9 μ) et *tubes gros*, *forts* ou *larges* (de μ); nous indiquerons plus loin la distribution de ces divers tubes. tre, les tubes nerveux diffèrent les uns des autres par leur *consistance :* des organes centraux surtout sont plus mous et plus fragiles que des cordons nerveux, circonstance qui tient au défaut de gaîne au- les premiers.

tivement à la *gaîne* des fibres primitives, il y a encore bien des points obscurs. enveloppe homogène et délicate de la fibre nerveuse, que connaissaient déjà iens observateurs, Schwann et Rosenthal, les premiers, décrivaient des noyaux ule, ce qui fit dire à Henle qu'il n'avait pas réussi à voir ces noyaux et que lement on avait fait confusion avec une gaîne secondaire parsemée de noyaux, encontre chez la grenouille, même autour de fibres isolées, lesquelles, vrai-

(moi, *Mikr. Anat.*, fig. 70, A, 107; *Gewebelehre*, 3ᵉ éd. fig. 55, 57, 177, 178; R. Wagner, dans ses travaux sur les organes électriques; Czermak, *Hautnerven der Frösche;* M. Schultze, *Nerven der elektrischen Organe*, et beaucoup d'autres). Cette enveloppe fut ensuite décrite par Robin sous le nom de *périnèvre*. La seconde enveloppe, immédiatement appliquée sur la fibre, est mieux connue, surtout depuis mes recherches, attendu que j'ai indiqué le moyen de la mettre sûrement en évidence; j'ai trouvé, en effet, qu'on l'isole facilement en faisant bouillir un nerf dans l'alcool absolu, puis dans l'acide acétique (fig. 171), ou en le traitant par la soude caustique à froid. En faisant ensuite bouillir un instant ces nerfs dans la soude, il devient très-facile d'isoler des portions assez étendues de gaîne, complétement vides et un peu gonflées; ces fragments de gaîne ressemblent en petit aux cylindres vides formés par la *membrane propre* des canalicules urinaires (fig. 171, 2). Mais le meilleur mode de préparation consiste à traiter les tubes nerveux par l'acide nitrique fumant, et à y ajouter ensuite de la potasse caustique. Sous l'influence de ces réactifs, on voit la graisse s'écouler du tube sous la forme de petites gouttes, l'axe central se dissout, et il ne reste plus que la gaîne vide, colorée en jaune, élargie, et dont les parois gonflées mesurent 0,9 à 1,8μ d'épaisseur. Ces gaînes sont également munies de noyaux; c'est ce que Schiff paraît avoir montré le premier, après avoir trouvé que les fibres à noyaux qui apparaissent à la suite des sections nerveuses ne sont autre chose que les anciens tubes nerveux qui ont perdu leur moelle, observation qui a été confirmée depuis par divers expérimentateurs, et que, pour ma part, j'ai interprétée dans le sens de Schiff (*Gewebel.*, 3ᵉ éd.). Plus tard, Reissner s'est également exprimé (*Müll. Arch.*, 1861, p. 730) dans ce sens que l'existence de noyaux dans l'épaisseur des gaînes primitives est un fait général, et, dans cette proposition, il a en vue aussi les gaînes appliquées immédiatement sur les fibres nerveuses.

Quant à l'interprétation de ces gaînes, Schwann, sans établir de distinction entre elles, les considérait comme provenant des membranes des cellules formatrices, tandis que Henle, ainsi qu'il a été dit, range les gaînes à noyaux écartées des fibres avec le névrilème conjonctif Pour moi, je considérais les deux formes indistinctement comme des membranes de cellules; Robin, au contraire, semble partager plutôt l'opinion de Henle, quand il ne désigne sous le nom de périnèvre que les gaînes entourant lâchement les tubes nerveux, et M. Schultz appelle *névrilème* toutes les gaînes à noyaux en général, expression qui ne peut guère dire qu'une chose, c'est qu'il les regarde comme une variété des gaînes nerveuses conjonctives. D'après mes observations (voy. ci-dessus), l'histoire du développement fournit des données certaines relativement aux gaînes à noyaux entourant des fibres primitives isolées ou de petits faisceaux de ces fibres; elle nous apprend, en effet, que toutes ces gaînes, sans exception, qu'elles entourent étroitement ou non les fibres à contours foncés, *ne sont point du tissu conjonctif, et consistent, au contraire, en éléments celluleux*, qui, fusionnés entre eux, enveloppent les fibres nerveuses (cylindre d'axe et moelle). Autrefois je pensais que les fibres nerveuses se trouvent dans l'intérieur de la cavité de ces cellules; aujourd'hui il me semble plus vraisemblable que ces cellules, aplaties comme celles qui forment les capillaires, entourent seulement les fibres nerveuses à l'extérieur. S'il en est ainsi, il faudra compter les gaînes nerveuses avec la substance conjonctive simple, c'est-à-dire avec les *faux épithéliums* (voy. § 23). Dans tous les cas, elles sont bien distinctes des gaînes conjonctives ordinaires des rameaux nerveux auxquelles s'appliquait de tout temps le nom de *névrilème;* je leur conserve donc celui de gaîne primitive.

Une circonstance sur laquelle on a tout récemment attiré l'attention, c'est que les fibres nerveuses centrales, ainsi que celles de la rétine, du nerf optique et du nerf auditif, n'ont point de gaîne à noyaux. Or, on peut se demander si ces fibres n'auraient pas cependant des gaînes entourant la moelle, bien que sans noyaux. Déjà, en 1850, Stannius (*Gött Nachr.*) a trouvé sur le *Petromyzon* que les fibres nerveuses des organes centraux n'ont ni gaîne ni moelle. Plus tard, Bidder et Kupffer (*Unters. über die Textur d. Markes*, p. 25) ont confirmé ces observations, qu'ils ont éten-

x fibres nerveuses de la moelle épinière des animaux, et M. Schultze se rallia proposition pour les fibres nerveuses centrales en général. Comme ces gaînes emblent pas être démontrées avec la précision nécessaire, je me rallie comnt à l'opinion de M. Schultze. Il est vrai que j'ai fait représenter (fig. 171, 3) e gaîne sur une fibre du cerveau; mais cette observation, faite il y a seize , pu être répétée depuis, de sorte que je ne saurais la considérer comme décimi les observateurs récents, Reissner (*Müll. Arch.*, 1860, p. 571) s'est contre ces gaînes, Stilling (*Bau der Nervenfasern*, p. 13), Mauthner et Va- n leur faveur, ce dernier se basant sur des observations faites à la lumière e.

voir la *moelle nerveuse* ou *gaîne médullaire* dans ses rapports normaux, il faut apidement sous le microscope un nerf pris sur un animal qu'on vient de tuer, jouter aucune substance étrangère. Dans ces conditions, on voit toujours des erveuses qui n'ont encore subi aucune altération; mais bientôt la dessiccation ubler l'observateur. On peut aussi, dans le même but, examiner les nerfs ines parties transparentes d'un animal fraîchement tué ou vivant (membrane nte, muqueuse de la grenouille, queue du têtard), ou étudier les nerfs sur ues de verre chauffées (Stark), ou après les avoir traités par l'acide chroréactif qui conserve les fibres de l'encéphale, en particulier, d'une manière hable.

re *centrale* des tubes nerveux, entrevue déjà par Fontana, mais dont nous dee connaissance plus exacte à Remak, qui l'a appelée *ruban primitif*, et à al et Purkyně, qui l'ont désignée sous le nom de *cylinder axis*, est incontesnt, de tous les éléments des tubes nerveux, le plus difficile à étudier et le onnu. Avant ces dix dernières années, un très-petit nombre d'auteurs, Hannover et J. Müller, avaient adopté complétement la manière de voir de et de Purkyně, qui regardent le cylindre de l'*axe* comme un élément normal, ns les nerfs frais. La plupart des anatomistes, au contraire, se rangeaient on de Valentin (*Repert.*, 1838, p. 76; 1839, p. 79) et de Henle (*Allg.* qui le considèrent comme une formation consécutive, développée seulement mort, et comme la partie centrale, non coagulée, du contenu des tubes nerti, pendant la vie, serait complétement homogène. Mais, depuis l'étude minulaquelle j'ai soumis le *cylindre de l'axe* dans ces derniers temps (*Mikr.* II, p. 399-404), on peut admettre comme un fait établi que cet élément conie partie intégrante du tube nerveux vivant. Les principaux faits qui justifient position sont les suivants :

les fibres nerveuses de l'homme, celles de l'encéphale et de la moelle, telles s obtient ordinairement pour l'étude, un examen attentif fait *toujours* et *sûre*couvrir le cylindre de l'axe, le *plus facilement* dans les parties centrales, où ue de gaîne nerveuse et la ténuité de la substance conjonctive rendent la tion des tubes nerveux plus aisée. *On l'y trouve même sur des tubes d'une rès-grande.* Il est en général rectiligne, à contours pâles et parallèles; quelcependant il se rétrécit ou s'élargit d'espace en espace (fig. 169, 5), mais deement variqueux comme les tubes eux-mêmes. Cela a été observé cependant chultze sur les fibres du nerf auditif du brochet et de la perche de rivière. D'auil est recourbé ou même légèrement onduleux. Il n'est pas rare non plus de ntrer avec des bords irrégulièrement dentelés. *Lorsqu'on traite par des réacenables des nerfs frais*, pris sur un animal qu'on vient de mettre à mort, le *axis apparaît immédiatement*. Sur un filet nerveux de la peau de la grenouille, me goutte d'acide acétique glacial ou très-concentré, pendant que vous erez à un grossissement de 100 diamètres, vous verrez aussitôt le nerf se ir, et, par ses deux extrémités, s'échapper de gros fragments de la moelle, grumeleuse, ainsi qu'une foule de cylindres de l'axe, sous la forme de filaments npides, gonflés. L'*alcool*, surtout bouillant, met en évidence le *cylindre de l'axe* même netteté; il lui donne seulement plus de consistance et le ratatine.

L'*éther* agit de la même manière. Ces deux réactifs font pâlir et coagulent la moelle nerveuse, dont les grumeaux sont souvent unis entre eux sous l'apparence d'un magnifique réseau. Outre les réactifs précités, l'*acide chromique* (Hannover), le *sublimé* (Purkyně, Czermak) et l'*acide gallique*, peuvent servir avantageusement à isoler le cylindre de l'axe, surtout quand les pièces ont séjourné pendant longtemps dans ces liquides. Dans le nerf acoustique de l'esturgeon, Czermak a pu voir, au moyen du sublimé, des fibres nerveuses qui se bifurquaient et dont le cylindre de l'axe se divisait de même. On tire aussi de bons résultats de l'emploi de l'iode ou d'une solution iodée d'acide iodhydrique (Lehmann), ou du chloroforme (Pflüger). Les acides chlorhydrique, sulfurique et l'acide nitrique fumant mettent également, dans certains cas, le cylindre de l'axe à découvert (Lehmann). Le *carmin* ne colore que les cylindres d'axe (Stilling, Lister, Turner), sans modifier la moelle nerveuse (d'après Mauthner, celle-ci rougit faiblement au bout d'un temps assez long); l'acide chromique, au contraire, n'altère point le cylindre central et rend la moelle foncée, brune et striée en travers (Lister et Turner). La gaîne primitive se teint en rouge dans le carmin (Mauthner). Le *nitrate d'argent* colore le cylindre d'axe en noir, et produit en lui des stries transversales plus ou moins marquées (Frommann). Dans le *chlorure d'or*, le *cylinder axis* et la moelle prennent une coloration violet foncé ou noire (Cohnheim, moi).

Quant à la constitution chimique du cylindre de l'axe, il se gonfle notablement dans l'acide acétique concentré, mais se dissout difficilement, et même après plusieurs minutes d'ébullition dans ce liquide, il se retrouve encore intact, quoique très-pâle. Si l'ébullition est prolongée plus longtemps, il finit par se dissoudre, absolument comme l'albumine coagulée; la gaîne, au contraire, et une portion de la moelle nerveuse restent insolubles. Les alcalis (potasse, soude, ammoniaque), employés à froid, n'attaquent le cylindre de l'axe que très-lentement; la soude, cependant, le fait pâlir subitement et le gonfle au point de lui donner 9, 11, et même 13μ de largeur. Un séjour prolongé dans la soude finit par le dissoudre; une ébullition très-légère dans ce liquide amène le même résultat. L'acide nitrique fumant le détruit complétement en moins d'une demi-minute; nous savons qu'il produit le même effet sur l'albumine coagulée. Traité par l'acide nitrique, puis par la potasse, le cylindre de l'axe jaunit (acide xanthoprotéique), se rétracte et se contourne en spirale: c'est sous cet aspect qu'on peut le voir encore dans les tubes nerveux, raccourcis également, mais à un moindre degré. Le sucre et l'acide sulfurique concentré, qui colorent en rouge l'albumine coagulée, n'agissent pas de même sur le cylindre de l'axe; ils lui donnent tout au plus une légère teinte jaunâtre ou rougeâtre. L'eau, même bouillante, ne l'altère point; mais elle le rend plus facile à isoler, et le ratatine un peu. L'éther et l'alcool ne peuvent le dissoudre, même à chaud, mais le rétractent. Ce dernier effet est produit aussi par le sublimé, l'acide chromique, l'iode et le carbonate de potasse. Toutes ces réactions prouvent évidemment que le cylindre de l'axe est formé d'une substance protéique coagulée, qui diffère de la fibrine en ce qu'elle est insoluble dans le carbonate de potasse et dans l'eau nitrée et qu'elle est très-lente à se dissoudre dans l'acide acétique et dans les alcalis caustiques. Cette substance ressemble à la matière des fibrilles musculaires par son élasticité et par son insolubilité dans le carbonate de potasse, mais s'en distingue parce qu'elle est insoluble dans l'acide chlorhydrique étendu, et qu'elle se dissout difficilement dans l'acide acétique (moi, Lehmann).

La conclusion qui découle naturellement de ces faits me semble être la suivante: Le cylindre de l'axe n'est point un produit artificiel et doit être considéré comme un élément constitutif des nerfs vivants. L'état dans lequel nous trouvons le cylindre de l'axe après addition de sérum du sang, d'albumine, d'humeur vitrée, me semble être celui qui reproduit le plus fidèlement son état pendant la vie.

Relativement à la nature des cylindres de l'axe, Remak a prétendu, dans ces derniers temps, qu'ils constituent des tubes pendant la vie : aussi leur a-t-il donné le nom de *tures de l'axe*. Ces tubes auraient des parois très-minces, quoique résistantes, et

striées très-régulièrement dans le sens longitudinal, mais ne contiendraient fibres dans l'intérieur. J'ai toujours échoué jusqu'ici dans mes tentatives pour er dans le cylindre de l'axe une enveloppe spéciale et un contenu. Sous l'in- les traitements les plus variés, ces cylindres ne m'ont présenté ni un contenu , ni une gaîne distincte; toujours il m'ont semblé être des fibres. Les ren- qu'ils présentent quelquefois d'espace en espace ne prouvent pas nécessai- l'existence d'une gaîne, et les stries fines qu'on y voit çà et là, ne sont pas ment en faveur d'une structure tubulée. Une tout autre question est celle ir si les cylindres de l'axe sont formés de fibrilles; les stries dont il vient uestion pourraient être interprétées dans ce sens, d'autant plus que d'autres ances viennent s'y ajouter. Il faut citer ici 1). l'observation de Remak sur n central fibrillaire dans certains tubes nerveux de l'écrevisse de rivière, ion que Leydig a eu l'occasion de répéter sur des coléoptères, et Häckel sur d nombre de crustacés. Toutefois, ces fibres nerveuses diffèrent tellement de s animaux supérieurs, qu'il est à peine possible de les comparer à ces der- l'autant plus qu'il n'est pas même décidé si ce sont de simples fibres ou des x de fibres. Si G. Walter est dans le vrai, quand il prétend que les fibrilles nt le ruban central des larges fibres nerveuses de l'*Astacus* proviennent de nerveuses multiples, ces fibres seraient simplement des faisceaux de cy- l'axe. 2). L'existence de stries fines, très-distinctes sur les prolongements de s cellules nerveuses volumineuses, stries décrites par moi sur les cellules du , par G. Walter sur celles des lobes olfactifs des mammifères, et qu'ont vues s tard Beale et Frommann. Ce dernier auteur a trouvé également ces stries sections transversales aux points arrachés, et les attribue décidément à des Ces observations seraient déjà de nature à permettre une conclusion rela- t à la structure du cylindre d'axe, s'il était positivement établi que les gros ments des cellules multipolaires et les cylindres d'axe sont des parties équi- . 3). La composition fibrillaire des fibres du nerf olfactif et de certaines fibres elle qu'on trouve dans le grand sympathique des mammifères (M. Schultze, i encore s'élève la question de savoir s'il s'agit de faisceaux de cylindres de simples fibres; c'est la première alternative qui présente le plus de pro- . Nous manquons donc jusqu'ici de preuves certaines à l'appui de la consti- brillaire des cylindres d'axe.

ces derniers temps, on a publié plusieurs mémoires relatifs à la structure es éléments nerveux. C'est surtout Stilling qui, dans un grand travail, a aux fibres et aux cellules une composition extrêmement compliquée. La t la gaîne, le noyau, le contenu et la membrane de cellule seraient compo- ubes continus très-fins, qui, dans les fibres, seraient contenus dans la moelle, ystèmes de tubes seraient unis par d'autres tubes avec les cylindres d'axe, s chacun de trois parties, et avec les nucléoles. En outre, de petits tubes les uniraient entre elles les fibres primitives et les cellules voisines. D'autre ubowitsch trouve sur la section transversale des tubes nerveux, autour du d'axe, une enveloppe enroulée en spirale, entre les tours de laquelle serait e la moelle nerveuse, enveloppe qui se continuerait avec celle des tubes voisins et serait formée de tissu conjonctif. Cette manière de voir se juge ême, et ne me paraît pas demander qu'on s'y arrête. Quant aux faits avancés ing, je crois avant tout devoir faire observer que dans ma conviction, lors- git d'apprécier des assertions relatives aux caractères plus intimes de parties qu'alors, étaient considérées comme simples, on ne saurait se montrer trop ect. Quand on se rappelle ce qu'ont produit les nouvelles recherches sur la e des cylindres d'épithélium de l'intestin et sur les enveloppes de l'œuf sur l'organe électrique (réseaux terminaux), sur les fibres nerveuses pâles ition fibrillaire, v. § 106), et quand on songe qu'on ne saurait se refuser à e une coordination déterminée des molécules ultimes de toutes les parties ogiques des animaux, on se gardera peut-être de juger trop sommairement

les données de cette nature, lors même qu'elles iraient aussi loin que celles de Stilling.

Toutefois, la critique a le droit de les éclairer; il me sera donc permis de déclarer que ni sur mes préparations, ni sur celles que Stilling a eu l'obligeance de me soumettre, je n'ai pu acquérir la conviction que les parties signalées et figurées par Stilling fussent des tubes. D'une manière générale, je me vois obligé de me prononcer contre l'existence des éléments en question comme parties constituantes des fibres nerveuses et cellules vivantes, sans pour cela vouloir couper le chemin à la recherche ultérieure.

C'est à peu près dans le même sens que se sont prononcés Lister et Turrer, tandis que Stilling défend de nouveau sa manière de voir dans son grand ouvrage, p. 701. Mauthner décrit la moelle nerveuse comme homogène ou stratifiée, et distingue dans le cylindre d'axe deux parties, dont l'interne se colore davantage sur le carmin, observation que, dans quelques cas rares, Reissner a faite également sur les grosses fibres de la moelle épinière du *Petromyzon* (*Müll. Arch.*, 1860, pl. XV, fig. 11); de même Owsjannikow, antérieurement à Reissner (*De medullæ spintext*, 1854, p. 20). Clarke se rallie à mon opinion, qui est aussi celle de Lister et Turner, et ne présente d'ailleurs rien de personnel, si ce n'est qu'il considère la gaîne comme composée de fibres de diverses grosseurs. Je crois qu'il y a eu là une confusion entre les gaînes et le névrilème ordinaire, comme aussi chez Mauthner, qui dit que ces gaines sont tantôt amorphes et tantôt composées de fibres de tissu conjonctif. D'après Klebs, il y aurait entre le cylindre d'axe et la moelle nerveuse un *liquide périaxial* spécial, qui lui est révélé par ses observations avec la lumière polarisée.

Relativement à la structure du cylindre d'axe, Roudanowsky et Kutschin ont émis des opinions particulières. D'après Kutschin (*Med. Centralbl.*, 1865, n° 36) les cylindres d'axe consistent en cellules à noyau terminées en pointe et rangées en série longitudinale, opinion qui paraît se rapporter à l'examen des fibres sans moelle, et fondée sur une confusion de ces fibres avec leur gaîne à noyaux. Roudanowsky, sur des coupes de racines nerveuses et de la substance de la moelle congelée, trouve les cylindres d'axe garnis de *prolongements latéraux*, qui les unissent, entre eux. D'après ce que j'ai vu sur des pièces que j'ai reçues de Roudanowsky, il n'y a pas le moindre doute que les cylindres d'axe sur ces préparations ne soient dentelés ou étoilés sur une coupe transversale, et présentent, suivant la longueur, des prolongements transversaux; mais non plus que Robin (*Journ. de l'anat.*, II, p. 243), je n'ai rien vu qui indique une anastomose entre les divers cylindres d'axe par ces fibres. D'ailleurs, ces prolongements ne me paraissent point être des parties normales, mais bien un produit de la méthode employée, et je rappellerai que depuis longtemps Owsjannikow (*loc. cit.*, p. 21) et Reissner (*Müll. Arch.*, 1860, p. 570; pl. XV, fig. 11) ont figuré et décrit des cylindres d'axe étoilés du *Petromyzon*, qu'ils ont mis sur le compte de l'acide chromique. Quant aux caractères des fibres nerveuses vues à la lumière polarisée, voy. Valentin, *Die Unters. der Thiergew. im pol. Lichte*, p. 294 et suiv.; Klebs, *Med. Centralbl.*, 1863, n° 36, et *Virch. Arch.*, t. 32, p. 180, t. IV).

§ 105. **Tubes nerveux sans moelle.** — Plus nous avançons dans nos recherches, plus il devient manifeste que chez l'homme et les animaux supérieurs, les fibres nerveuses dépourvues de substance blanche sont extrêmement répandues; mais en même temps il faut reconnaître que la détermination de leur structure présente des difficultés de plus en plus grandes.

Dans la description de ces fibres, je prendrai pour point de départ les terminaisons des nerfs, où les faits ont le plus de netteté, et en particulier celles des nerfs de l'organe électrique de la torpille, de la peau de la souris et du rat, en engageant le lecteur à jeter les yeux, avant tout, sur

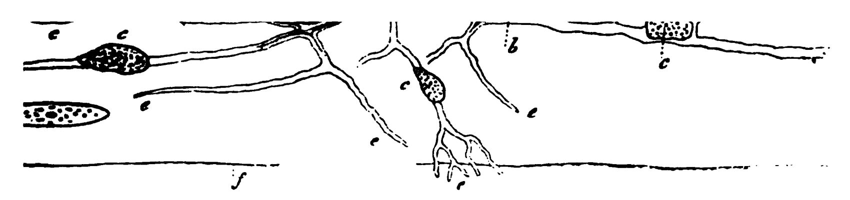


FIG. 172.

e tantôt courte, tantôt longue, un filament pâle, qui est la conti-
ı du contenu des tubes nerveux (moelle et cylindre d'axe). Or,
la moelle se distingue par ses bords foncés et que le filament en
n est pâle, on peut admettre que ce dernier est le prolongement du
e d'axe exclusivement; il serait pourtant difficile de démontrer
ans certains cas, ce filament n'est pas enveloppé, au moins à
gine, d'une mince couche de moelle, d'autant plus qu'il y a des
où, entre deux portions de nerf certainement pourvues de moelle,
galement très-pâle, comme aux points de bifurcation *bb* de la
. Dans son trajet ultérieur, on peut cependant le considérer comme
ndre d'axe, *mais ce cylindre ne reste isolable que dans une étendue
née*, et au niveau des terminaisons nerveuses on trouve des *fibres à
pâles et homogènes*, qui se terminent elles-mêmes par des fibrilles
yaux, unies entre elles en réseau (torpille) ou finissant par des
ités libres. Bien que, dans ces fibres, on ne puisse distinguer ni en-
ni contenu, on ne saurait douter cependant que celles d'entre elles
sentent des noyaux ne soient toutes des tubes délicats, dont le con-
mplace le cylindre d'axe des autres fibres, et dont l'enveloppe est
ngement de la gaîne primitive de ces dernières. Un autre point
le remarque, c'est qu'il existe, au moins chez la grenouille, des

Tout considéré, les fibres nerveuses sans moelle se présentent, dans les régions indiquées, sous plusieurs formes : 1° sous celle de *tubes distincts*, avec gaîne, cylindre d'axe et noyaux, pourvus même, dans certains cas,

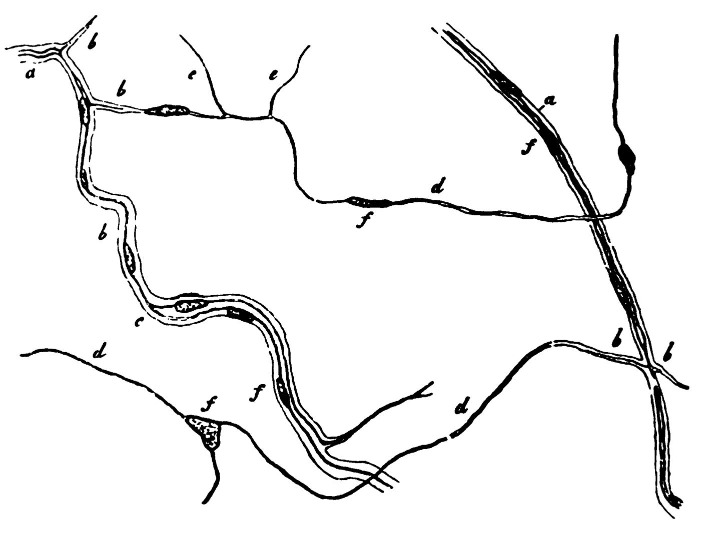


FIG. 173.

de deux cylindres d'axe dans une même gaîne; 2° sous la forme de fibres homogènes, tantôt pourvues de noyaux, tantôt privées de noyaux et qui, examinées minutieusement, semblent également être souvent des tubes délicats, dont le contenu répond au cylindre d'axe des autres fibres, ou bien (fibres sans noyaux) ne représentent que des cylindres d'axe nus.

Si, forts de cette connaissance des fibres sans moelle dans les régions indiquées, nous passons à l'examen des autres fibres semblables, nous trouvons que, suivant les divers organes, tantôt ces dernières ressemblent exactement à ce que nous avons trouvé là, et tantôt répondent au moins à l'une ou à l'autre des formes mentionnées. D'après mes observations, la même disposition des terminaisons nerveuses qui existe dans les muscles striés se retrouve dans le cœur, dans les muscles lisses, sur les vaisseaux et dans les muqueuses de la grenouille; en tous ces points, les fibres nerveuses, jusqu'au voisinage de leur extrémité terminale, renferment des noyaux, d'où je conclus que, dans aucun cas, la gaîne ne fait défaut sur une étendue d'une certaine longueur. Les nerfs des organes électriques

FIG. 173. — Portion des ramifications d'une fibre sensitive du muscle cutané du thorax chez la grenouille. Lentille 7, ocul. 1 de Hartnack. — *aa*, fibres à contours foncés, présentant une gaîne écartée et des noyaux *f* en dedans de cette dernière; *bbb*, fibres pâles, dont les unes sont la continuation des fibres à contours foncés, et dont les autres se détachent latéralement de ces dernières ; toutes d'ailleurs ont encore une gaîne et un contenu pâle (cylindre d'axe). En *c*, le cylindre d'axe d'une de ces fibres se bifurque ; *ddd*, fibres terminales sans moelle, avec des noyaux *f*, mais sur lesquelles on ne distingue plus de gaîne.

uraient plutôt leurs analogues, d'après Cohnheim et d'après nos recher-
:hes les plus récentes (v. p. 145), dans les nerfs de la cornée (fig. 171,
75), attendu que les fi-
res pâles de la cornée
roprement dite à gaînes
ourvues de noyaux, en
énétrant dans l'épithé-
um, deviennent des fi-
rilles très-fines, sans
oyaux, qui cheminent
ur de grandes étendues,
t qui quelquefois sont

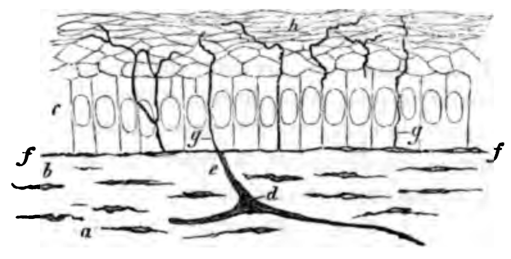


FIG. 174.

nastomosées en réseau, fibrilles qui, évidemment, doivent être consi-
érées comme des cylindres d'axe.

D'autre part, la signification
e cylindres d'axe sans gaîne
t sans noyaux doit certaine-
ıent être donnée aux prolon-
ements simples et non rami-
és des cellules nerveuses cen-
'ales et périphériques, tandis
ue celle d'une série d'autres
bres est encore quelque peu
ıcertaine. Parmi ces dernières
: citerai :

a) *Les fibres terminales pâles* *sans noyaux qu'on trouve dans* *intérieur des corpuscules de* *acini, dans les renflements ter-* *inaux et les corpuscules du* *ct.* Il n'est pas invraisembla-
le que ces fibres possèdent
ne gaîne; mais on n'a pas
ıcore pu démontrer de moelle
ıns leur intérieur.

b) *Les fibres optiques pâles*

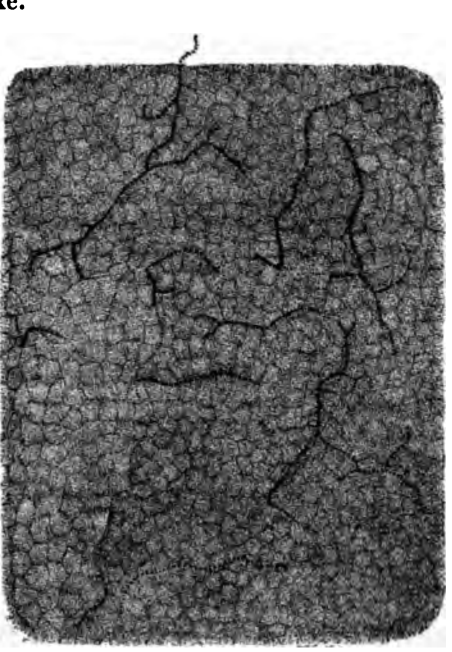

FIG. 175.

FIG. 174. — Section verticale à travers la portion la plus antérieure de la cornée du lapin trai- par le chlorure d'or. — Grossissement 400 diamètres. — *a*, cornée avec ses corpuscules de us conjonctif. — *b*, lame élastique antérieure. — *c*, épithélium. — *d*, portion du plexus rveux superficiel de la cornée proprement dite. — *e*, rameau qui perfore la lame anté- ure, et qui se perd dans le plexus sous-épithélial *ff*, lequel ne se voit qu'indistinctement sur s sections verticales. — *g*, cylindres d'axe libres qui, de ce plexus, s'élèvent dans l'épithélium qui se terminent entre les cellules épithéliales superficielles par des ramifications plus ou ins horizontales.

FIG. 175. — Epithélium de la cornée du lapin, traitée par le chlorure d'or, et vue par sa e externe. On voit vaguement les contours des cellules épithéliales verticales les *plus pro-* *ndes* et *au-dessus* d'elles les extrémités des cylindres d'axe libres situés entre les *cellules* *perficielles* et aplaties qui ne sont pas représentées ici.

de la rétine. Ces fibres sont dépourvues de noyaux et de gaîne, mais paraissent renfermer de la moelle.

c) *Les fibres terminales pâles de l'organe de l'ouïe et les fibres nerveuses radiées de la rétine*, qui semblent être des cylindres d'axe nus.

d) *Les fibres grises des nerfs olfactifs de la muqueuse nasale et du grand sympathique* (en partie fibres de Remak). Les premières paraissent être des faisceaux de cylindres d'axe nus, faisceaux entourés d'une gaîne à noyaux, et quant aux dernières, les unes pourraient bien avoir la même structure que les rameaux olfactifs, les autres ne représentent que de simples cylindres d'axe avec une gaîne à noyaux.

e) *Les prolongements rameux des cellules multipolaires des organes centraux*. Ces prolongements sont incontestablement très-analogues aux prolongements de cellule qui se continuent directement avec des cylindres d'axe. Cependant, des recherches récentes, notamment celles de Frommann, semblent indiquer qu'ils sont constitués par des faisceaux de fibrilles, dont chacune représente peut-être un cylindre d'axe.

Une interprétation anatomique satisfaisante des fibres nerveuses pâles ou sans moelle ne sera possible que lorsque leurs connexions avec les autres éléments nerveux, c'est-à-dire avec les fibres à moelle des cellules nerveuses et avec les organes terminaux spéciaux, particulièrement des nerfs sensitifs, auront été établies exactement. A cet égard, j'appelle l'attention sur les faits suivants :

1° Partout où des fibres nerveuses à contours foncés se continuent avec des fibres pâles, le cylindre d'axe des premières se prolonge *simplement* et *sans se diviser* dans les secondes; je ne connais point de cas analogue à celui que signale Klebs (*Virch. Arch.*, 1, 32, p. 184), où une seule de ces fibres s'est terminée par un faisceau de fibrilles pâles. Quand la fibre foncée possède une gaîne à noyaux, celle-ci se prolonge simplement sur la fibre pâle; dans le cas contraire, cette dernière est également nue, comme, par exemple, dans la rétine.

2° Pour ce qui est de la liaison entre les fibres nerveuses pâles et les cellules nerveuses, je ne puis considérer comme établi sûrement par l'observation que le cas dans lequel des prolongements pâles de cellules nerveuses se continuent avec de simples fibres nerveuses pâles, les deux espèces d'éléments possédant une gaîne à noyaux (ganglions du grand sympathique) ou en étant dépourvue (organes centraux du *Petromyzon* et des invertébrés). Au contraire, on n'a pas encore démontré avec la précision désirable qu'un faisceau entier de fines fibres nerveuses (fibrilles d'axe, Waldeyer) puisse naître d'une cellule unique; car, si quelque chose de semblable paraît exister pour les corps olfactifs, il n'est pas encore hors de doute que les corpuscules sphériques du bulbe olfactif qui donnent naissance à ces faisceaux de fibrilles (M. Schultze) sont des cellules simples; de même, il règne encore de l'incertitude au sujet des prolongements ramifiés des cellules multipolaires mentionnés ci-dessus sous la rubrique *e*, attendu que nous ne savons pas suffisamment comment se comportent leurs ramuscules terminaux.

3° Relativement au mode de terminaison des fibres nerveuses pâles, toutes celles qui ne se rendent pas à des organes terminaux spéciaux, se continuent avec des filaments très-fins, qui, en général, sont manifestement dépourvus de gaîne (organes électriques, cornée). Quant aux autres, ou bien elles conservent leur gaîne à noyaux jusqu'à leur extrémité, tandis que le cylindre d'axe se termine en pointe ou en s'élargissant (plaques musculaires terminales), ou bien elles entrent en connexion, par leur cylindre d'axe, avec des éléments celluleux, dont la plupart paraissent être dépourvus d'enveloppe et avoir le caractère de protoblastes (organes des sens supérieurs, certaines glandes).



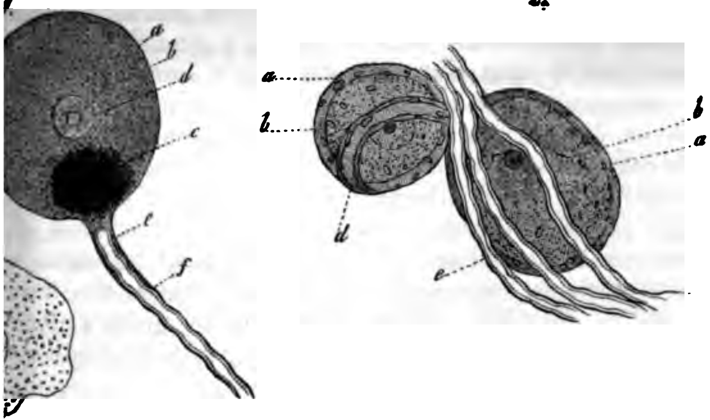


FIG. 176.

pe pouvant être considérée comme membrane de cellule; du peut-on démontrer nulle part avec certitude l'existence de abrane. Elles *ne sont donc autre chose que des protoblastes*. Le corps otoblastes ou le *contenu* des cellules nerveuses est une substance queuse, élastique, qui, outre le noyau de cellule, se compose *stance fondamentale* et de *granulations*. La première est rangée uvent avec le protoplasme cellulaire ordinaire; mais M. Schultz marquer avec raison (préface à *Deiters Unters.*, p. 15) que dans les nerveuses de diverses provenances, elle présente une structure ou *granulo-fibrillaire* qu'on ne trouve point dans le protoplasme

. — Cellules nerveuses du nerf acoustique, grossies 350 fois. — 1. Cellule nergine d'une fibre tirée de l'anastomose entre le facial et l'acoustique, dans le tif interne du bœuf : *a*, contour extérieur très-net, se rapportant peut-être à une péciale de la cellule ; *b*, contenu ; *c*, pigment ; *d*, noyau ; *e*, prolongement appaine sur la fibre nerveuse ; *f*, fibre nerveuse. — 2. Deux cellules nerveuses avec s du nerf ampullaire inférieur du bœuf : *a*, gaîne à noyaux ; *b*, contour extéllules ; *d*, origine d'une fibre dont la gaîne est parsemée de noyaux ; *e*, trois uses à contour double. — 3. Contenu isolé d'une cellule ganglionnaire avec et ses deux nucléoles. — Je dois ces dessins à l'obligeance de M. le marquis

véritable. Je me rallie à cette manière de voir, en faisant observer toutefois que la substance fondamentale des cellules nerveuses provenant de régions diverses offrent de notables différences de consistance, aussi bien que de structure. Ainsi, les petites cellules des organes centraux et celles de la rétine ont une substance fondamentale ténue, facile à dissocier, qui diffère peu du protoplasma ordinaire, tandis que les gros éléments du cervelet, de la moelle allongée, de la moelle épinière et des ganglions volumineux ont une consistance plus ferme, et sont constamment pourvus de substance fondamentale fribrillaire. Les *granulations* des cellules nerveuses sont des corpuscules d'égale grosseur, arrondis, ordinairement très-petits et pâles, plus rarement foncés et d'un certain volume, distribués dans tout le contenu jusqu'à la partie la plus interne, et incorporés à la substance fondamentale. Dans les cellules pigmentées, outre les granulations dont il vient d'être question, ou à leur place, on rencontre des corpuscules plus ou moins jaunâtres, bruns ou noirs. Ces derniers, en général, sont plus volumineux et accumulés dans les régions de la cellule voisines du noyau. Quelquefois ils remplissent presque toute la cavité de la cellule, à laquelle ils donnent tout à fait l'aspect d'une cellule pigmentaire brune ou noire. Au centre du contenu se trouve le *noyau*, sous la forme d'une vésicule, généralement très-nette, sphérique, à paroi distincte, renfermant une substance fluide, très-limpide, avec un, rarement plusieurs (jusqu'à cinq) nucléoles foncés, volumineux, quelquefois eux-mêmes creusés d'une cavité.

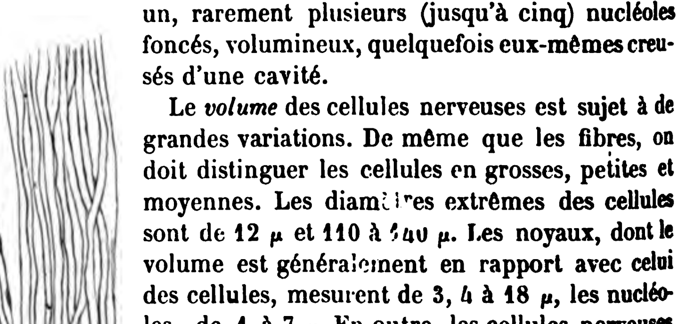


FIG. 177.

Le *volume* des cellules nerveuses est sujet à de grandes variations. De même que les fibres, on doit distinguer les cellules en grosses, petites et moyennes. Les diamètres extrêmes des cellules sont de 12 μ et 110 à 140 μ. Les noyaux, dont le volume est généralement en rapport avec celui des cellules, mesurent de 3, 4 à 18 μ, les nucléoles, de 1 à 7 μ. En outre, les cellules nerveuses se divisent en *cellules indépendantes* (apolaires) et en *cellules munies de prolongements* pâles, uniques ou au nombre de deux ou plus (cellules unipolaires, bipolaires, multipolaires) et souvent ramifiés, prolongements qui représentent eux-mêmes de véritables fibres nerveuses sans moelle, et se continuent peut-être tous avec des fibres nerveuses sans moelle ou à contours foncés, ou servent à relier les cellules nerveuses entre elles.

FIG. 177. — Rameau du nerf coccygien, en dedans de la dure-mère, avec un corpuscule ganglionnaire pédiculé, entouré d'une gaîne à noyaux et présentant très-nettement l'origine d'une fibre. — Grossissement de 350 diamètres chez l'homme.

lamment des cellules nerveuses, les organes nerveux centraux ;, comme élément constant, une *substance finement granulée*, la plus grande analogie avec le contenu des cellules et que iteurs ont considérée comme nerveuse, qu'ils ont même décrite réseau serré de fibres nerveuses pâles, tandis que d'autres |u'une substance conjonctive d'une importance très-secondaire. iarlerons plus bas. On trouve de la *substance conjonctive simple* aglions, sous la forme d'un canevas qui sert de support aux t dans les mailles duquel sont déposées les cellules (fig. 176), orme de gaînes spéciales, *entourant des cellules isolées* (fig. 177). sont généralement parsemées de noyaux; mais elles peuvent ntrer sans noyaux, et dans ce cas, on pourrait les considérer s membranes de cellule.

int à la *structure* des cellules nerveuses, bien des points demandent de ircissements. D'abord, en ce qui concerne les *enveloppes*, la question de cellules nerveuses ne possèdent nulle part, ni dans aucun animal, une nbrane de cellule, ne peut être résolue quant à présent. Sous l'influence s de Schwann, se développa, à son époque, l'opinion que les cellules t une membrane de cellule spéciale, et en outre, dans certaines régions e enveloppe conjonctive, opinion qui, plus tard, fut confirmée surtout par s de Bidder (*Verh. d. Ganglienk. z. d. Nervenfasern*, 1847), d'après les-illules ganglionnaires bipolaires des poissons présentent une enveloppe ile à démontrer. Mais lorsque des recherches ultérieures, commencées (*Göttinger Nachr.*, 1850) et par R. Wagner, rendirent douteuse une enveloppe autour des cellules centrales, il s'opéra peu à peu, sous un revirement qui, de nos jours, sous l'influence de l'idée nouvelle aite sur la constitution des cellules, produisit une doctrine diamétra-sée à l'opinion ancienne et qui fut pour la première fois exprimée ient par M. Schultze; cet observateur (*Obs. de retinæ struct. pen.*, considère comme uniques revêtements des cellules une enveloppe, qu'on rement avec de la moelle nerveuse (enveloppe observée par Leydig neau des sélaciens et de la chimère, puis dans le nerf acoustique des eux et du *Lacerta* (*Bau des thier. Körp.*, p. 86) et confirmée par et les gaînes névrilématiques. Ayant vérifié plusieurs fois ces faits, et ivis opposés de Stilling et de Mauthner, je me vois forcé de déclarer, illules nerveuses des organes centraux chez les vertébrés, et quant à lules ganglionnaires possédant des gaînes à noyaux, qu'il est impossible r sur ces cellules l'existence d'une enveloppe correspondant à une mem-lule. Au contraire, les cellules ganglionnaires bipolaires des poissons i premier abord, posséder réellement une membrane de cellule en ur gaîne à noyaux homogène. Mais comme cette membrane est unie int avec la gaîne à noyaux, avec laquelle elle se continue, je ne crois pas en la rangeant dans la catégorie des enveloppes formées de substance imple, qui se rencontrent ailleurs sur les fibres nerveuses et les cellules es.

oppes, à première vue, paraissent formées d'une substance homogène aux (fig. 177). Mais, comme l'a montré d'abord Valentin, et comme je ensuite (*Mikr. Anat.*), il existe une région, à savoir les ganglions des , où il est assez facile de prouver qu'elles sont composées de petites ogues aux cellules épithéliales (fig. 178), résultat que plus tard Eberth ment en se servant du nitrate d'argent. Il se pourrait donc que toutes ces

gaînes fussent formées de cellules aplaties et allongées, analogues à celles qui constituent les capillaires. A l'appui de cette manière de voir, je ferai remarquer encore que les troncs nerveux des insectes, d'après mes observations, possèdent une gaîne interne formée de cellules analogues à celles de l'épithélium pavimenteux (voy. aussi Leydig, *loc. cit.*, p. 215).

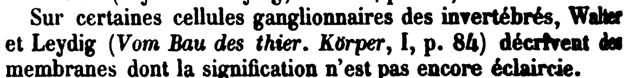


FIG. 178.

Sur certaines cellules ganglionnaires des invertébrés, Walter et Leydig (*Vom Bau des thier. Körper*, I, p. 84) décrivent des membranes dont la signification n'est pas encore éclaircie.

Quant au *contenu* des cellules ganglionnnaires, nous avons déjà fait connaître (§ 104) la manière de voir de Stilling. D'autre part, depuis longtemps Remak a annoncé (*Müll. Arch.*, 1844, p. 469, pl. XII, fig. 9) que certaines cellules nerveuses de l'Astacus sont striées concentriquement; le même anatomiste a annoncé plus tard (*Berl. d. Versamm. deutsch. Naturf. in Wiesbaden*, 1852, et *Monatsber. d. Berl. Akad.*, 1853) que les cellules ganglionnaires du *Raja*, après un séjour de vingt-quatre heures dans l'acide chromique et le chromate de potasse, présentent deux couches de fibrilles, dont les plus internes entourent concentriquement le noyau, tandis que les autres vont vers les deux pôles pour se continuer avec les prolongements de ces cellules. R. trouva une structure fibrillairé analogue aux cellules multipolaires de la moelle, chez les mammifères. Depuis lors l'aspect fibrillaire du contenu des cellules nerveuses a été reconnu par divers observateurs. Chez les invertébrés, Walter et Leydig ont trouvé des stries concentriques dans certaines cellules. Les cellules nerveuses centrales de l'homme, du chien et du chat, sur lesquelles l'acide acétique dilué avait agi lentement, ont présenté à Beale (*Proceed. R. S. London*, vol. XIII, 1864, p. 386) un aspect très-nettement fibrillaire, c'est-à-dire de petites lignes foncées et parallèles, dirigées en faisceaux de l'un des prolongements cellulaires dans la cellule et passant des cellules dans diverses directions vers d'autres prolongements. B. ne considère point ces stries comme des fibres distinctes; il croit néanmoins que leur existence repose sur une disposition déterminée dans la structure des cellules, et qu'elles indiquent les voies dans lesquelles les *courants nerveux* se meuvent dans leur intérieur. En même temps que Beale, Frommann (*Virch. Arch.* t. XXXI, p. 134) décrivait, aussi bien sur les cellules nerveuses fraîches que sur celles qu'il avait traitées par le nitrate d'argent, un aspect fibrillaire, confirmé plus tard aussi par M. Schultze. Mais Frommann signalait à cette occasion d'autres particularités, sur lesquelles depuis longtemps on avait attiré l'attention, c'est-à-dire des *fibres partant du noyau et du nucléole des cellules nerveuses*. Plus tard, Arnold (*De gangl. syst. struct. penit.*, fig. 6-10), Lieberkühn (*De struct. gangl. penit.*, 1849) et G. Wagener (*Zeitschr. f. w. Zool.*, VIII) trouvèrent des dispositions analogues, qui furent confirmées par Stilling (dans son grand ouvrage, p. 820), Owsjannikow (*Ann. d. sc nat.*, XV, pl. 6), Mauthner (*Beiträge z. n. Kenntn. d. Elem. d. Nerven*, p. 34) et par *moi* (*Handbuch*, 4e éd., p. 241) au moins en partie ou dans certains cas. D'après les recherches approfondies de Frommann (*loc. cit.* et *ibid.*, t. 33, p. 168), la disposition fibrillaire du contenu des cellules nerveuses serait très-remarquable (fig. 179); mais les nombreux faits avancés par cet observateur ne peuvent encore être réunis en une vue d'ensemble; aussi me contenterai-je d'en tirer ce qui suit, renvoyant pour plus de détails à ses mémoires. D'après Frommann, on trouve dans les cellules nerveuses fraîches de la moelle du bœuf, examinées à l'aide du blanc d'œuf : 1) de fines fibrilles qui naissent de l'intérieur du nucléole (*fibrilles nucléolaires*) ; 2) des prolongements tubulés qui proviennent du noyau (*tubes nucléolaires*); 3) de fines fibres qui, des gros prolongements des cellules, rayonnent dans l'intérieur de ces dernières mais ne peuvent être suivies manifestement jusqu'au noyau ou au nucléole. Relativement au trajet ultérieur des filaments cités en premier

FIG. 178. — Cellules de la gaîne des corpuscules ganglionnaires formant les ganglions spinaux de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres.

ner d'une manière précise leur sort ultérieur. En outre des prolongements res, qui se détachent des cellules avec une certaine largeur, il y en avait, mais somme, qui, comme les prolongements décrits par Harless et Lieberkühn, ient se continuer directement avec la membrane du noyau et enfermaient un t partant du nucléole.

observations que Beale (*Journal of micr. science*, vol. III, 1863, p. 302,

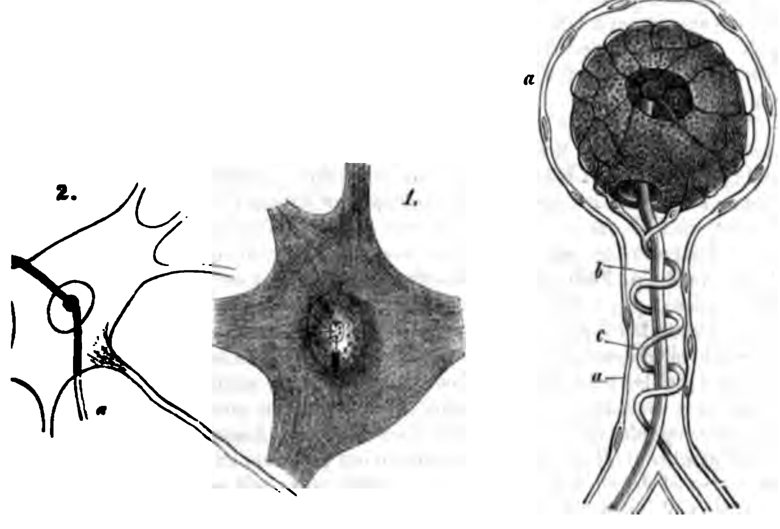


Fig. 179. Fig. 180.

. 179. — Cellules nerveuses, d'après Frommann. — 1. Cellule de la corne antérieure nflement lombaire du bœuf (partie supérieure). Dans le noyau s'ouvrent trois tubes, chacun renferme un filament qui se continue avec le nucléole. Les tubes étaient dirigés les prolongements, mais disparaissaient à peu de distance du noyau. En outre, quelques les fibres provenant des nucléoles se terminent dans le noyau ; grossissement de 500 dia. — 2. Cellule de la corne antérieure du renflement lombaire de l'homme ; elle de deux tubes nucléaires qui s'en détachent sous la forme de filaments libres, et sept ngements, dont le plus long pouvait être suivi entre les fibres d'un faisceau radiculaire ngement de cylindre d'axe, Deiters, moi).

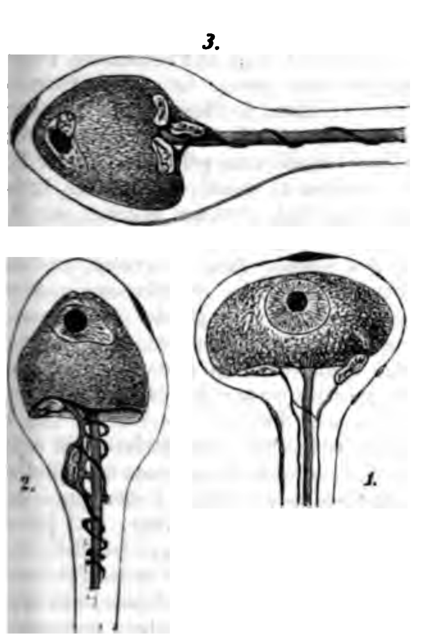
. 180. — Cellule ganglionnaire sympathique de la grenouille, avec fibres qui en par- ; figure demi-schématique : *aa*, gaîne pvimitive à noyaux de la cellule et des fibres ; re nerveuse rectiligne (cylindre d'axe), ayant son origine dans le nucléole de la cel- , c, fibre spirale, naissant d'un réseau fibrillaire délié qui entoure la cellule et qui est ment en continuité avec le nucléole. — D'après J. Arnold.

pl. IX; *Phil. Transact.* pour 1863, vol. CLIII, p. 593, pl. 33-40) et de J. Ar (*Virch. Arch.*, t. XXVIII, p. 455 et pass., pl. X ; t. XXXII, p. 1, pl. I) ont faites la structure des cellules nerveuses sympathiques de la grenouille et d'autres ba ciens, sont en partie de même nature, en partie d'une autre nature que celles il vient d'être question; elles tendent à démontrer que *ces cellules émettent cha du même côté deux fibres nerveuses*. D'après J. Arnold (fig. 180), le nucléole, d' part, se continue directement avec un cylindre d'axe qui abandonne la cellule la forme d'un prolongement assez large, et qui, après un trajet plus ou moins l s'entoure de moelle nerveuse pour constituer une fibre à contours foncés. D'a part, quelques fines fibrilles (3-6) partent du noyau, et forment, soit dans l'intéri de la cellule, soit à sa surface, un réseau, d'où naît enfin une *fibre spirale* garnie noyaux, laquelle entoure l'autre fibre, mais qui, plus tard cependant, s'en sépare chemine ensuite dans une direction opposée. Les deux fibres, d'après J. Arnold, nerveuses; la plus large, à contours foncés, serait la fibre afférente, la fibre spira à fibre efférente. Beale, qui, le premier, a vu la fibre spirale, s'éloigne d'Arno sous bien des rapports, et, en particulier, il ne dit rien des connexions des de espèces de fibres avec le nucléole. Il figure la fibre large, à contours foncés, com un prolongement du corps de la cellule nerveuse; mais il semble la faire venir plu de l'intérieur de la cellule. Les fibres spirales, qui, d'après lui, naîtraient, quelquef au nombre de deux ou trois, de la superficie de la cellule, où elles sont unie des noyaux, jusqu'à 10; mais la véritable disposition de ces origines n'est pas ind quée. Quant à la signification des fibres spirales, Beale s'accorde avec Arnold croit avoir vu dans deux cas ces fibres se continuer avec des fibres à contou foncés.

Peu d'auteurs, jusqu'ici, ont exprimé leur opinion sur les observations des de anatomistes précités. Schramm (*Unters. über d. Bau der Spinalganglien*, Würzb. 1864, Diss.) a vu les fibres spirales sur les cellules ganglionnaires de la grenouill comme Beale, mais il s'abstient de les interpréter. Krause (*Zeitschr. f. rat. Med.*, t. 2 p. 160) déclare que ces fibres sont des formations accessoires, produites par d fibres élastiques, des plis de la gaîne nerveuse, etc.; de même J. Sander (*Müller Arch.*, 1866, p. 398) considère les fibres spirales comme résultant de déchirure dilacérations, plis; mais il a pu, bien que très-rarement d'une manière convai cante, suivre le cylindre d'axe jusqu'au nucléole. Courvoisier, enfin, adopte la m nière de voir d'Arnold, quant aux points essentiels, et va même plus loin (*l. i. c.*)

Telles sont les principales opinions sur la structure intime des cellules nerveuse Si nous les examinons d'un peu plus près, en faisant abstraction pour un mome des fibres spirales mentionnées en dernier lieu, nous devons dire tout d'abord qu'i grand nombre d'observateurs estimables n'ont pu jusqu'ici constater les connexio du noyau et du nucléole avec les fibres efférentes; tels sont M. Schultze, Leydi Waldeyer, Buchholz, Deiters, Beale et autres. Moi-même, précédemment, bien q j'eusse examiné nombre de fois les cellules ganglionnaires, je n'ai que deux f rencontré, dans le ganglion de Gasser du veau, des cellules dans lesquelles le n cléole se prolongeait en une fibre qui se dirigeait vers un gros prolongement de cellule, mais qui ne pouvait être suivie dans ce prolongement, et, en étudiant nouveau les cellules ganglionnaires de la grenouille, il m'a été impossible de r trouver quelque chose d'analogue à ce que figurent Arnold et Courvoisier. Ce n'e pas que je prétende que ces connexions n'existent pas; mais on doit se demand pourquoi elles sont si difficiles à voir, ainsi que le reconnaissent ceux mêmes (Liebe kühn, Wagener), qui les admettent. Or, on pourrait dire que, dans tous ces cas, s'est agi de productions accidentelles, engendrées par les réactifs employés, par d coagulations après la mort, ou d'une autre manière; ou bien on pourrait soutei cette proposition que les connexions en question, quoique normales, sont cepe dant très-difficiles à mettre en évidence. Quand on songe combien sont délicate fragiles et difficiles à montrer une foule d'autres parties du système nerveux, comm par exemple, les terminaisons nerveuses dans les organes des sens supérieurs et da

uscles, les filaments nerveux dans l'épithélium de la cornée, etc., et quand on compte de l'obscurité et du vague qui règnent encore dans les caractères anaques et physiologiques de ce domaine, on évitera certainement de passer légènt sur des observations comme celles de Harless, Lieberkühn, Wagener et mann. Ce sont particulièrement les communications de ce dernier investigateur ne paraissent dignes de considération, car il se pourrait qu'elles nous fournisla clef de la disposition énigmatique des ramifications terminales si nombreuses llules multipolaires des organes centraux. Ne serait-ce pas un fait important



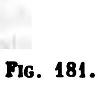


Fig. 181.

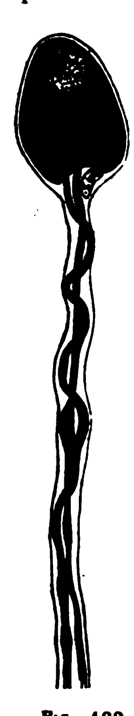


Fig. 182.

prolongements servaient effectivement à unir entre elles des cellules nerveuses ées, et si ces tubes nucléolaires et ces fibrilles nucléaires n'étaient autre chose es extrémités des prolongements (prolongements de protoplasme, Deiters) es cellules, et qu'ainsi les anastomoses entre cellules, depuis si longtemps dé et recherchées, fussent enfin trouvées. Il est vrai que ce ne seraient pas là des moses par union directe des rameaux terminaux des gros prolongements cellu, telles que je les ai décrites comme possibles, et, si la disposition présumée ifait, elle jetterait de nouvelles et vives lumières sur les fonctions du noyau et

181. — Trois cellules unipolaires avec fibres spirales du grand sympathique de la ille. — Grossissement de 400 diamètres. — 1. Cellule avec deux fibrilles rectilignes, pagnant le gros prolongement ; ces fibrilles naissent de deux noyaux et s'anastomosemble. Le noyau offre des stries rayonnées, dues à des précipités granuleux. — Cellule avec une belle fibre spirale qui naît manifestement de cellules à noyau étoilées. Cellule avec fibre spirale simple, unie à trois noyaux (cellules). — Sur toutes les s ganglionnaires, la gaîne à noyaux est représentée.

182. — Cellule ganglionnaire du grand sympathique de la grenouille, présentant ibres nerveuses véritables ; l'une décrit plusieurs tours de spire autour de l'autre.

du nucléole. Mais personne ne sera assez hardi pour nier que de telles hypothèses soient aussi bien justifiées que d'autres; je rappellerai à cette occasion les remarquables observations de Balbiani (*Comptes rendus*, déc. 1865), relatives à des canaux qui existeraient dans l'œuf de beaucoup d'animaux, et qui auraient pour point de départ, soit la vésicule germinative, soit la tache germinative, soit ces deux parties à la fois.

Je reviens maintenant aux *fibres spirales* de Beale et d'Arnold, que j'ai étudiées récemment avec beaucoup de soin sur des ganglions sympathiques de la grenouille traités par l'acide acétique très-dilué (*Sitzber. der Würzb. phys.-med. Gesellsch.* du 3 nov. 1866). Si, d'une part, il m'a été facile de constater l'existence de ces fibres, d'autre part, je n'ai jamais réussi à discerner rien des filaments qui, au dire d'Arnold, partent des nucléoles, malgré toute la netteté que présentaient, dans certains cas, les fibres spirales. Tout ce que j'ai pu voir parfois, c'est une disposition radiée des petites granulations contenues dans le noyau, mais que je ne pouvais rapporter à des fibrilles. Je n'ai pas trouvé davantage des réseaux de fibres dans la substance des cellules nerveuses; toutes les parties ressemblant à des réseaux s'étendaient à la surface de la cellule et étaient généralement limitées au pôle d'où naissait la fibre nerveuse; dans quelques cas, elles recouvraient la moitié, voire même la totalité de la cellule. Or, ce qui me paraît très-important, c'est que toujours ces fibrilles superficielles renfermaient quelques noyaux ou même un grand nombre, comme Beale le mentionne et le figure. Sur des cellules bien conservées, ces noyaux et fibres se présentent exactement comme les cellules de substance conjonctive étoilées et anastomosées en réseau du reticulum des glandes folliculeuses; ce qui m'a porté à me demander si peut-être les réseaux de fibres avec leurs noyaux, ainsi que la fibre ou les fibres spirales qui en partent, ne représenteraient pas une sorte de gaîne interne spéciale autour des cellules en question. En faveur de cette manière de voir, on peut dire que des reticula tout à fait semblables, formés de corpuscules de tissu conjonctif, sont extrêmement répandus dans tout le système nerveux central, et que sur les prolongements des cellules nerveuses et sur ces cellules elles-mêmes, abstraction faite de leurs enveloppes de substance conjonctive simple, on ne trouve nulle part des noyaux. Ces idées sont contredites, il est vrai, par ce fait que Beale, dans deux cas, a vu les fibres spirales se continuer avec des fibres à contours foncés; moi-même, dans un cas, j'ai rencontré une cellule (fig. 182), analogue à celles que Bidder a décrites depuis longtemps, qui donnait naissance à deux fibres continues avec de véritables fibres nerveuses sans noyaux, et dont l'une décrivait quelques tours de spire autour de l'autre. Arnold et Courvoisier, eux aussi, admettent que les fibres spirales se continuent avec des fibres nerveuses. Il est donc difficile de se prononcer d'une manière catégorique, d'autant plus qu'il s'agit d'une question qui est encore peu étudiée. Comme, au point de vue physiologique, il serait également heureux qu'on pût démontrer des connexions entre les cellules ganglionnaires unipolaires, si énigmatiques, avec d'autres cellules (Beale et Arnold), je ferai remarquer encore que les fibres spirales, bien que se distinguant de tous les autres prolongements de cellule connus jusqu'ici par leur union avec les noyaux et leurs rapports spéciaux avec les cellules, pourraient cependant être considérées comme nerveuses dans un cas unique, celui où elles seraient la *terminaison d'une fibre afférente de la cellule ganglionnaire*. Il faudrait alors ranger les fibres spirales à côté des autres terminaisons des fibres nerveuses pâles, et l'on pourrait les considérer, soit comme des éléments moteurs allant du centre aux cellules sympathiques, soit comme des fibres conductrices sensitives venant de la périphérie.

Plus récemment, plusieurs observateurs ont examiné l'action du carmin sur les cellules nerveuses. Gerlach, qui a introduit ce réactif dans la science, assure (*Mikr. Studien*) que, de toutes les parties de la cellule, c'est le nucléole qui prend la coloration la plus intense, que le noyau vient ensuite et que le contenu cellulaire se colore le moins. Stilling, au contraire, affirme (*Bau des Rückenmarks*) que ces diffé-

stent point, et même que le noyau et le nucléole sont parfois incolores où le contenu cellulaire est coloré. D'après les recherches de Mauthner, cellules nerveuses se comporteraient différemment avec le carmin, ce ait à distinguer dans le système nerveux du Brochet quatre espèces dis-llules (pour les détails, voy. son Mémoire *in Wien. Sitzungsb.*, 1860, différences, d'après Mauthner, indiqueraient des divergences au point de gique, assertion à laquelle je m'arrêterai d'autant moins que les don-thner n'ont point été confirmées par Stieda (*l. i. c.*, p. 7, 8).
itre souvent, chez les jeunes animaux, des cellules nerveuses à *plusieurs* cellules sont rares chez l'adulte; cependant Henle et Mauthner en ont ment chez ce dernier. La vacuole qu'on rencontre assez fréquemment léole est considérée par Mauthner comme une vésicule, qu'il appelle D'après Frommann, ce serait une particule solide, constituant l'origine nucléolaire, et les autres fibrilles auraient également pour origine, dans une sorte de granulation.
ngements ramifiés des cellules nerveuses de l'encéphale et de la moelle, a vus le premier, seront décrits avec détails à l'occasion des organes aussi nous discuterons la question des connexions de ces cellules avec ntrales. Dans les ganglions, on trouve peu de cellules à prolongements leur place, on ne rencontre généralement que des cellules à un ou deux, is ou quatre prolongements simples et pâles, qui se continuent avec des ses.
es *apolaires* ou cellules sans prolongements, que je considère avec nos rs comme une des formes des cellules nerveuses, n'ont, dans ces der- rencontré que des adversaires. Moi-même, j'ai reconnu depuis long- admettait autrefois ces cellules beaucoup trop facilement; néanmoins, n droit de dire que, dans le domaine du grand sympathique, du moins, elles cellules, que, tout récemment, j'ai vues également dans le *plexus* d'Auerbach, ce en quoi Auerbach est d'accord avec moi. Je suis bien e, de vouloir attribuer à ces cellules une fonction spéciale; il me paraît ex-raisemblable *qu'elles représentent simplement des phases de développement prolongements*. A l'appui de cette présomption, je me permettrai même e, un adversaire implacable des cellules apolaires, lequel (*l. s. c.*, pl. XXXV, résente décidément de semblables cellules comme des phases de déve- Je ferai remarquer, en outre, que dans le grand sympathique de la gre- 'est pas rare de rencontrer, entourés de gaînes spéciales, des amas de aires analogues à celles que Beale figure pl. XXXIV, fig. 7 et 8, et que nsidérer que comme des cellules nerveuses.

SECTION II

DU SYSTÈME NERVEUX CENTRAL.

oelle épinière. — Dans la moelle épinière, les éléments ner- distribués de telle façon que la portion corticale et blanche ne est composée exclusivement de tubes nerveux, tandis que ntral et ses prolongements, les *cornes*, contiennent parties à peu de tubes nerveux et de cellules nerveuses. Il y a en outre, dans isseur de la moelle, une proportion notable de substance con- ervant de support aux éléments nerveux et aux vaisseaux; il en dans le paragraphe suivant.

Pour la facilité de la description, on est dans l'usage de diviser artificiellement la moelle en deux moitiés, et chacune de ces moitiés en trois cordons, bien que, en ce qui concerne ces derniers, l'histoire du développement démontre d'une manière irrécusable qu'il n'y a lieu d'admettre en réalité, de chaque côté, que deux cordons, le cordon intérieur et le cordon postérieur, et que le cordon latéral appartient en grande partie au cordon antérieur. Les *cordons antérieurs* (*funiculi anteriores*) sont presque complétement séparés l'un de l'autre par le *sillon antérieur*, qui règne sur toute la longueur de la moelle et qui loge un prolongement vasculaire de la pie-mère. Ils ne sont réunis, dans le fond de ce sillon, que par la commissure antérieure ou *commissure blanche*. En dehors, ils s'étendent jusqu'aux points d'émergence des racines antérieures, ou jusqu'au *sillon collatéral antérieur;* mais il est impossible de les séparer des *cordons latéraux* (*funiculi laterales*). Ceux-ci sont limités, en arrière, par les insertions des racines postérieures, dont l'ensemble constitue le *sillon collatéral postérieur*, et se continuent avec les *cordons postérieurs* (*funiculi posteriores*), auxquels ils adhèrent intimement. Les cordons postérieurs semblent se réunir, en arrière, sur la ligne médiane; car le sillon longitudinal admis par quelques auteurs n'existe pas en réalité, chez l'homme, si ce n'est au niveau du renflement lombaire et dans la région cervicale supérieure. Mais, dans le fait, ils sont séparés l'un de l'autre, dans tout le trajet de la moelle, par une foule de vaisseaux sanguins qui se rendent dans le noyau gris central en suivant le plan médian ; c'est au point que, presque partout, leurs éléments ne se touchent même pas, et que là où ils sont en contact entre eux, il n'y a que simple juxtaposition et non continuité. La substance blanche de la moelle présente donc deux moitiés, unies entre elles par la commissure blanche seulement. La division de chacune de ces moitiés en trois cordons, comblant les excavations produites par les saillies de la substance grise, est beaucoup plus artificielle.

La *substance grise* comprend une portion moyenne, d'apparence rubanée, et quatre lames qui s'en détachent latéralement ; il en résulte que sa coupe transversale figure une croix. La portion moyenne, ou la *commissure grise*, est creusée dans la plupart des cas, chez l'adulte, d'un canal étroit, *canal central de la moelle épinière*, trace du canal plus large qui existe chez le fœtus. Ce canal, tapissé d'un épithélium vibratile, est entouré d'une substance grise, que j'ai désignée sous le nom de *noyau gris central*, *substance gélatineuse centrale* de Stilling, et que je rattache, avec Virchow, à l'épendyme du canal spinal : je l'appellerai pour ce motif *filament central de l'épendyme*. En avant et en arrière de ce filament, se trouvent des fibres nerveuses transversales, dont les antérieures (appelées aussi *commissure grise antérieure*) méritent d'être comprises dans la *commissure antérieure*, tandis que les postérieures représentent la *commissure grise ou postérieure*. Des quatre lames, appelées *cornes* sur une coupe transversale, les antérieures sont plus épaisses et plus courtes (*lames grises antérieures*, *cornes antérieures*) ; elles sont d'un gris uniforme, et se composent de cel-

les nerveuses de différent volume et de fibres nerveuses fines et moyennes. es lames postérieures (*cornes postérieures*) sont plus larges et plus inces, et offrent d'ailleurs, à leur origine, la même structure que les emières, si ce n'est qu'elles contiennent généralement des cellules plus tites. A leur bord libre, au contraire, elles sont revêtues, dans une endue plus ou moins considérable, d'une substance plus claire, compoe principalement de petites cellules nerveuses : c'est la *substance gélaeuse* de Rolando. Les racines antérieures des nerfs spinaux passent entre s cordons antérieurs et les cordons latéraux, pour pénétrer dans les rnes antérieures; les racines postérieures cheminent entre les cordons téraux et les cordons postérieurs, traversent la substance gélatineuse et rendent dans les lames postérieures.

Relativement à la *texture intime* de la moelle épinière, il faut distiner dans la *substance blanche :* 1° des *fibres horizontales;* 2° des fibres ngitudinales, et 3° des *fibres obliques.* Si l'on fait abstraction de la comissure antérieure, on trouve dans toutes les régions des fibres longitunales, en beaucoup d'endroits sans aucun mélange de fibres transverles. A la surface de la moelle, ces fibres sont toutes parallèles entre les; dans la profondeur de l'organe, au contraire, et surtout au voisige de la substance grise, elles s'entrecroisent les unes avec les autres ou rment de petits faisceaux. Leur nombre va en diminuant de haut en s, attendu que, comme nous le verrons plus bas, les plus internes pétrent successivement dans la substance grise. Ces fibres présentent les ractères généraux des tubes nerveux centraux : absence de gaîne, tennce à devenir variqueuses et à se diviser en fragments isolés. Leur amètre comporte de 2,4 à 10 μ ou même 13-15 μ, en moyenne 4, 5 6,7 μ; en général, elles sont distribuées de telle sorte que 1) les cors postérieurs et la portion postérieure des cordons latéraux sont rmés de fibres plus fines que les autres parties, et 2) que dans chaque rdon les fibres fines occupent plus spécialement les parties profondes. Les *fibres horizontales et obliques* existent : 1° dans les portions des cors latéraux et postérieurs qui touchent aux cornes de substance grise, nt on trouvera la description avec celle de cette substance; 2° dans la mmissure antérieure; 3° dans les régions où les racines nerveuses nètrent dans la moelle. La *commissure blanche* ou *antérieure* (fig. 183), y comprenant les fibres de ce que j'avais précédemment désigné sous nom de commissure grise antérieure, est en partie une commissure ns l'acception véritable de ce mot, en partie le lieu où se fait l'*entrecroiment des cordons antérieurs*. Les fibres commissurales sont, en général, horintales et cheminent transversalement ou obliquement au devant du canal ntral; dans ce trajet, elles s'entrecroisent en partie très-manifestement, is s'irradient en pinceaux dans toutes les parties de la substance, vers s trois cordons blancs, où nous les retrouverons. Les fibres entrecroisées nt formées par les fibres nerveuses les plus profondes des cordons antéeurs, qui se recourbent et se dirigent obliquement en dedans, s'entre-

croisent au devant des autres fibres commissurales ou en se mélangeant avec elles, de telle sorte que le faisceau provenant du cordon antérieur droit s'irradie horizontalement dans la corne antérieure gauche de substance

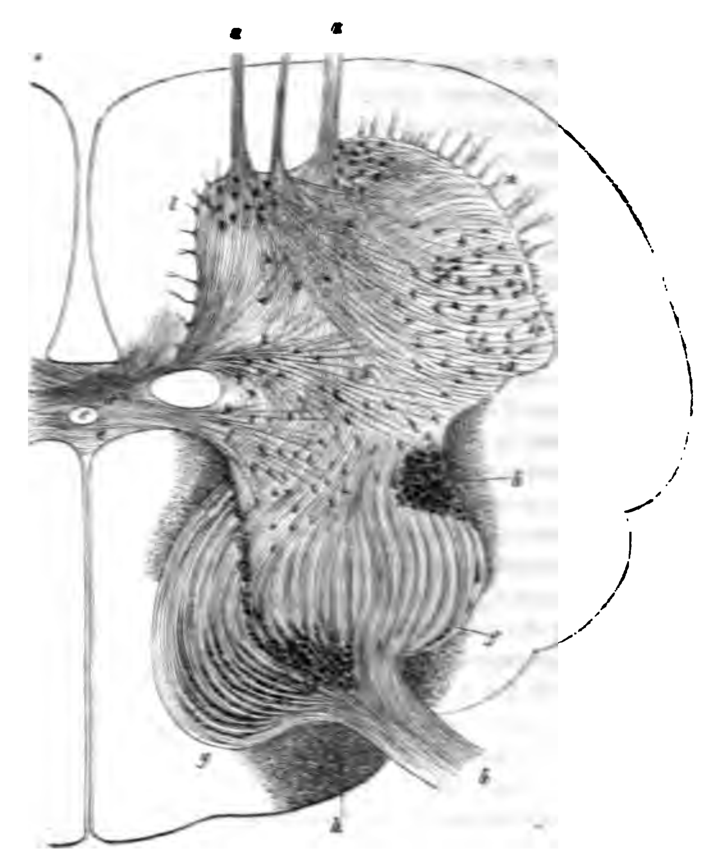


FIG. 183.

grise; celui qui naît du cordon antérieur gauche, dans la corne antérieure droite. L'épaisseur de la commissure antérieure est très-variable, de même que sa largeur : très-considérable au niveau des deux renflements de la moelle, elle est très-faible, au contraire, à la partie moyenne de la région

FIG. 183. — Section transversale de la région supérieure de la région cervicale de la moelle, chez un enfant. — Grossissement d'environ 16 diamètres. — *a*, racine antérieure; *b*, gaîne postérieure; *c*, canal central; *d*, commissure antérieure; *e*, commissure postérieure; *f*, substance gélatineuse; *g*, fibres de la racine postérieure qui passent entre les cordons postérieurs; *h*, faisceaux longitudinaux appartenant aux cordons postérieurs et latéraux; *i*, passage d'une portion de fibres *g* dans la commissure; *k*, passage d'une autre portion de ces fibres *g* dans la corne antérieure, et continuité apparente avec les racines motrices; *l*, colonne celluleuse interne des cornes antérieures; *m*, colonne celluleuse externe de ces cornes; *n*, fibres qui, des parties antérieures des cordons latéraux, vont dans les cornes antérieures; *o*, irradiation des fibres radiculaires antérieures dans les cordons latéraux.

e. De même, la largeur de la commissure antérieure est généra-
t en rapport avec celle de la moelle et du fond du sillon antérieur;
:ande dans le renflement cervical, elle diminue assez régulièrement
s deux extrémités de la moelle. Les fibres qui la composent ont
t 6, 7 μ de largeur, mais s'amincissent quelquefois d'une ma-
évidente au moment où elles s'irradient dans les cornes anté-
s.

iiveau de toute la région cervicale, Goll trouve dans les cordons pos-
's *deux cordons médians cunéiformes*, plus foncés, dont la base occupe
ace de la moelle et dont la pointe n'est éloignée que de 1/2 millim.
:ommissure postérieure. — Ces parties, que j'appellerai *cordons cu-
nes de Goll* et que je retrouve assez distinctes dans la région dorsale,
*nent plus de substance conjonctive que n'importe quelle autre portion
ioelle, sauf le filament épendymaire central;* elles contiennent aussi *les
'es plus fines de la substance blanche de la moelle;* elles méritent
nt plus d'attirer l'attention que, d'après mes recherches, elles se
ent de très-bonne heure chez l'embryon (*Entw.*, p. 262, fig. 131).
racines des nerfs spinaux (fig. 183, *a*, *b*), arrivées au sillon collatéral
:ur et [au sillon collatéral postérieur, passent généralement en
ux d'un certain volume entre les fibres longitudinales, en suivant
jet horizontal ou oblique, pour s'enfoncer toutes dans les lames
antérieures ou postérieures, où nous les retrouverons plus tard. Les
ierveux dont elles se composent, n'ont pas tous le même diamètre.
ux tiers de ceux qui forment les racines postérieures ont de 9 à
e tiers restant 2,4 à 6,7 μ. Dans les racines antérieures, les tubes
:nt de 13 à 24 μ; un quart environ n'a que 4, 6 à 6, 7 μ. Aussitôt
ont pénétré dans la moelle, ces tubes revêtent tous les caractères
res nerveuses centrales : les plus larges mesurent encore, au com-
ment, 9 à 13 μ dans les racines sensitives, et jusqu'à 18 μ dans les
; motrices; mais ils s'amincissent de plus en plus, et au moment
pénètrent dans la substance grise, les premiers ont à peine plus de
6,3 μ, les derniers plus de 9 μ (quelques-uns, cependant, ont
13 μ).

:ellules nerveuses et les *tubes nerveux de la substance grise* méritent une
ition spéciale. Les premières affectent des formes très-diverses;
lles ont ce caractère commun que toutes, sans exception, sont
ies de prolongements multiples, et appartiennent aux cellules
iultipolaires; parmi ces prolongements, il en est, sur beaucoup de
s, qui se dirigent vers les racines nerveuses et vers les cordons *sans
fier*, et qui très-probablement se continuent avec les fibres nerveuses
iurs foncés de ces derniers; d'autres, au contraire, *très-rameux*, se
ent en dernier lieu par des *filaments extrêmement fins*. D'après les
:hes récentes de Deiters, chaque cellule nerveuse n'aurait qu'un
olongement non ramifié, qu'il appelle *prolongement du cylindre d'axe*,
ie continuerait avec une fibre à contours foncés. Quant aux autres

prolongements, désignés sous le nom de *prolongements du protoplasme*, Deiters ne dit point comment ils se terminent; mais il croit avoir reconnu que des filaments très-ténus, qui se détachent *latéralement* de ces prolongements, se continuent avec de fines fibres nerveuses à contours foncés. Vu le grand nombre des cellules nerveuses de la moelle et leur distribution peu régulière, en somme, il est difficile de les diviser en groupes parfaite-

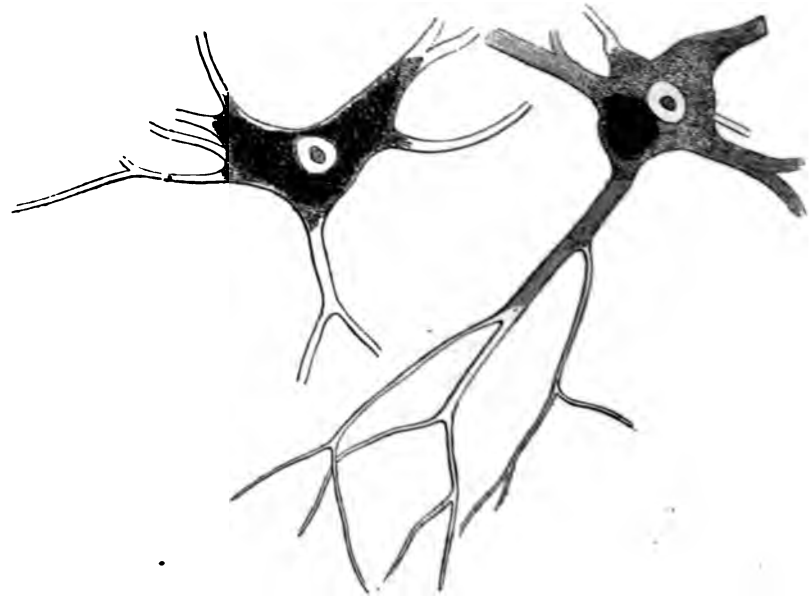


FIG. 184.

ment distincts. Cette classification est pourtant désirable et doit être tentée. Je distinguerai : 1° les cellules de la substance gélatineuse, qui ont un diamètre de 9 à 18 μ, et une couleur légèrement jaunâtre; elles sont généralement fusiformes ou triangulaires et ne paraissent pourvues que de deux ou trois prolongements. Outre ces cellules, la substance gélatineuse contient des faisceaux de fibres provenant des racines postérieures et qui ne font que la traverser, ainsi qu'un grand nombre d'autres fibres nerveuses véritables (voyez plus bas). 2° Celles qui se trouvent principalement au sommet des cornes antérieures, où elles forment généralement un groupe interne et antérieur et un groupe externe et postérieur, qui à leur tour peuvent être divisés en groupes

FIG. 184. — Grosses cellules nerveuses à prolongements, tirées des cornes antérieures de la moelle épinière de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres. — Sur la cellule de droite, il existe deux courts prolongements du corps de la cellule, dont l'un ou l'autre pouvait être un prolongement du cylindre d'axe (Deiters). Un prolongement analogue se voit également sur la cellule de gauche.

econdaires (fig. 183, *l*, *m*). On rencontre aussi quelques-unes de ces ellules isolées, dans les autres points des cornes antérieures. Ces cellules nerveuses (fig. 184), très-remarquables par leurs dimensions et qu'aujourd'hui on considère assez généralement comme des *cellules motrices*, sans qu'on ait donné des preuves suffisantes à l'appui de cette opinion, ont le 67 à 135 μ de diamètre, avec un noyau de 11 à 18 μ ; elles sont usiformes ou polyédriques, et souvent remplies d'un pigment brun; le leur périphérie partent 2 à 9 prolongements ramifiés, ou même davantage, larges souvent de 9 à 11 μ à leur origine ; on peut suivre jusqu'à une distance de 220 à 540 μ ces prolongements, qui se terminent par des ilaments d'une ténuité extrême, mesurant à peine plus de 0, 9 μ et plaés au sein de la substance grise. 3° Dans toute la portion dorsale de la moelle, depuis la moitié inférieure du renflement cervical jusqu'au leuxième tiers du renflement lombaire, on trouve à la face externe des xtrémités antérieures des cornes postérieures un groupe de cellules netement limité, arrondi sur une section transversale (fig. 185, 186), que 'appellerai *colonne de Clarke* ou *noyaux de Stilling* (*posterior vesicular comns* de Clarke). Les cellules de ce groupe sont un peu plus petites que celles des groupes antérieurs (45-90 μ de diamètre), plus arrondies, du reste munies, comme ces dernières, de nombreux prolongements ramifiés, mais moins colorées. 4°) Outre ces groupes distincts, on trouve encore çà et là dans la substance grise des cornes postérieures quelques grosses cellules isolées, dont les unes ressemblent aux grosses cellules antérieures, dites motrices, et dont les autres, siégeant particulièrement à la limite de la substance gélatineuse et des cordons postérieurs et latéraux, se font remarquer par leur forme en fuseau allongé et par la présence de deux, ou tout au plus trois prolongements, dont l'un parcourt toujours un long trajet sans se diviser et semble être un prolongement du cylindre d'axe. 5°) Dans toute les régions de la substance grise, particulièrement au sein des cornes postérieures, on trouve aussi de petites cellules nerveuses disséminées, dont quelques-unes ne mesurent que 18 μ, et qui toutes sont pourvues de prolongements ramifiés multiples. Ces cellules, à part le volume, présentent la même conformation que les autres et n'exigent point une description spéciale. Le trajet des prolongements un peu considérables de toutes ces cellules est tantôt horizontal dans les diverses directions, tantôt obliquement ascendant ou descendant, ou même vertical. Les plus remarquables de ces prolongements sont ceux que Deiters a désignés sous le nom de *prolongements du cylindre d'axe*, et qui 1° des deux cornes s'avancent dans les cordons blancs, vers les racines antérieures et postérieures ; 2° de la substance grise s'étendent horizontalement dans les cordons latéraux et postérieurs; ces prolongements, en effet, se continuent très-probablement avec les fibres nerveuses des cordons et racines précités.

Les *tubes nerveux de la substance grise* sont extrêmement nombreux; ils forment bien certainement la moitié, si ce n'est davantage, de la masse

totale de cette substance. Ils ne diffèrent de ceux de la substance corticale qu'en ce qu'ils sont, en moyenne, moitié moins larges que ces derniers (1,8 µ de diamètre). Cependant on trouve aussi dans la substance grise des fibres aussi larges que celles de la substance blanche et des

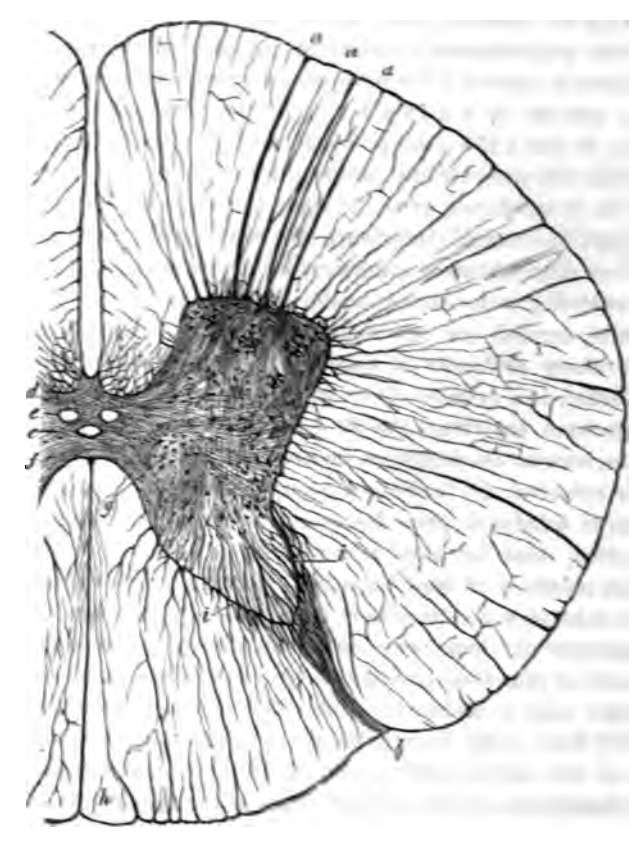


FIG. 185.

racines nerveuses, notamment dans les cornes antérieures, et surtout vers des racines antérieures; mais ces tubes y sont toujours plus isolés.

Le *trajet des fibres nerveuses* dans la substance grise est un des problèmes les plus difficiles de l'histologie. Si nous examinons, en premier lieu, les *racines des nerfs périphériques* (fig. 183), nous voyons : 1° que les *racines*

FIG. 185. — Section transversale de la portion inférieure de la région dorsale de la moelle. — Grossissement de 10 diamètres. — *a a a*, racines antérieures; *b*, racine postérieure; *c*, canal central; *d*, commissure antérieure; *e*, deux faisceaux de fibres longitudinales de la commissure antérieure, appartenant aux cordons antérieurs; *f*, commissure postérieure; *g*, colonnes de Clarke ou noyau de Stilling; *h*, cordons cunéiformes de Goll; *i*, substance gélatineuse. — Dans la substance blanche on n'a indiqué que la direction rayonnée des vaisseaux, du tissu conjonctif et en partie aussi des fibres nerveuses.

otrices, après avoir pénétré par faisceaux dans le sillon collatéral antéeur et dans les parties avoisinantes des cordons antérieurs et latéraux, , après avoir passé horizontalement entre les fibres longitudinales la substance blanche, s'étalent en pinceau dans la substance grise des rnes antérieures, en affectant cependant *trois* directions principales. Les res les *plus internes* (fig. 183, 185) plongent dans la portion interne des rnes antérieures, au voisinage des cordons antérieurs, et vont directeent en arrière et en dedans, sans constituer ni plexus ni faisceaux condaires distincts; elles cheminent en partie entre les cellules raeuses du groupe interne, mais souvent réunies en faisceaux comctes, de sorte que, dans beaucoup de cas, il est certain qu'un grand ombre de leurs fibres sont complétement indépendantes des prolonments de ces cellules. Si l'on suit plus loin ces faisceaux provenant s racines antérieures, on reconnaît, sur des coupes favorables, que, eminant toujours dans les cornes antérieures, ils s'étendent jusque ir les côtés de la commissure antérieure, où, se recourbant en arc de rcle, ils se continuent sans interruption avec les fibres qui constiient cette commissure, et cela de telle sorte que les fibres des racies nerveuses du côté droit passent dans le cordon antérieur gauche, elles du côté gauche, dans le cordon antérieur droit. Il s'établit donc dans commissure blanche *une continuité entre certaines fibres longitudinales es cordons antérieurs et une portion des racines motrices, en même temps qu'il 'y fait un entrecroisement total de ces racines.* Je ne voudrais pas affirmer, ependant, que toutes les fibres entrecroisées de la commissure antéieure se continuent avec les fibres des racines, d'autant moins qu'on encontre également un entrecroisement sur les sections qui ne présenent aucune racine, comme, par exemple, dans la région dorsale de la moelle, entre les nerfs thoraciques, qui sont très-écartés les uns des utres. De même, je ne prétends pas que toutes les fibres des racines moices qui pénètrent dans la commissure antérieure passent dans les corons antérieurs du côté opposé, attendu qu'il est impossible de suivre trajet de toutes les fibres. D'autre part, il est certain qu'une portion des ubes nerveux composant les fibres radiculaires internes s'unissent aux rosses cellules nerveuses voisines appartenant aux cornes antérieures, ir il n'est nullement rare de voir, notamment sur des préparations au rmin, des prolongements indivis de ces cellules s'engager dans les isceaux de fibres radiculaires, et cheminer avec eux dans la substance lanche.

Une portion très-notable, probablement la plupart des racines motrices e participent point à cet entrecroisement et restent complétement indéendantes des cordons antérieurs : ce sont particulièrement les plus exrnes des fibres radiculaires qui ont pénétré dans la corne antérieure; unies en petits faisceaux, ou même complétement isolées, ce qui les nd plus difficiles à suivre, les unes, que j'appellerai *fibres radiculaires oyennes des cornes antérieures* (fig. 183), se dirigent directement en arrière,

et peuvent être suivies en partie jusque vers la région la plus reculée des cornes antérieures, et en partie dans un réseau inextricable de tubes nerveux qui, outre les fibres à trajet précis, remplit toute la substance grise. La seconde masse fibreuse, ou *les fibres radiculaires externes des cornes antérieures* vont du milieu du bord antérieur et externe des cornes antérieures vers la moitié antérieure des cordons latéraux, les unes directement, les autres par un circuit, par exemple en suivant ce bord; là, elles traversent le groupe externe des grosses cellules rameuses de la corne antérieure, où elles se perdent en partie ou ne peuvent être suivies plus loin, et en partie cheminent horizontalement pour pénétrer dans les cordons latéraux. Ces dernières s'engagent à diverses profondeurs (jusque près du milieu ou même au delà) dans l'épaisseur des cordons latéraux, puis se recourbent *en haut* et aussi, d'après Clarke, *en bas* (fibres obliques des cordons), pour devenir longitudinales. Ainsi, en d'autres termes, *une seconde portion des racines motrices se continue avec les fibres de la moitié antérieure des cordons latéraux du même côté; tandis qu'une troisième portion* de ces racines se dirige vers les cornes postérieures, ou se perd dans le plexus serré de fibres nerveuses qui occupe les cornes antérieures; ces dernières racines ne peuvent être suivies jusqu'à des points terminaux précis, d'autant qu'il est démontré que *beaucoup d'éléments de ces faisceaux radiculaires sont unis aux cellules externes des cornes antérieures.*

Outre ces fibres radiculaires, les cornes antérieures contiennent les tubes nerveux suivants, déjà mentionnés en partie : 1° des émanations de la commissure antérieure qui se dirigent en dehors et en avant, et dont les extrémités ne sont pas encore connues; 2° des émanations de la commissure postérieure, auxquelles s'applique la même observation; 3° des irradiations de tubes nerveux des cornes postérieures (v. ci-dessous), et 4° des irradiations provenant des cordons latéraux, et qu'on ne peut suivre avec certitude dans les fibres radiculaires antérieures, mais bien, en partie, jusqu'aux cellules motrices; 5° un petit nombre de faisceaux longitudinaux, composés de 5 à 10 fibres fines, et quelques fibres longitudinales plus grosses (Goll).

Il est à remarquer encore que les fibres qui, des cordons antérieurs ou latéraux, se rendent dans les racines motrices des nerfs, éprouvent pour la plupart (peut-être toutes), pendant ce trajet, de notables modifications dans leur diamètre. Ainsi que nous l'avons déjà vu, ces fibres ont 4,5 à 9 μ de diamètre, en moyenne, dans les cordons antérieurs; dans la commissure antérieure, elles dépassent à peine 6 μ, et dans la substance grise, 4,5 μ. La même chose peut se dire des fibres des cordons latéraux, qui, avant que d'atteindre la substance grise et dans leur portion horizontale, n'ont guère plus de 4,5 μ de diamètre. Mais à cet amincissement succède, quelquefois dès avant l'entrée des fibres dans la substance grise, d'autres fois seulement après leur sortie, une nouvelle augmentation de volume, que nous avons déjà traduite par des chiffres dans le paragraphe précédent. Il s'ensuit que, si nous prenons pour point de départ les nerfs

ériphériques, nous trouverons d'abord un amincissement graduel des bres, depuis leur entrée dans la moelle jusqu'à leur pénétration dans la ibstance grise, puis un élargissement au moment où elles rejoignent les léments longitudinaux de la substance blanche. Cet élargissement, ceendant, est loin d'être suffisant pour rendre aux fibres leur diamètre rimitif. Quant à des bifurcations de fibres, je n'en ai point rencontré dans s racines antérieures, ni dans les cornes antérieures. Toutes les autres bres des cornes antérieures sont des fibres fines ou très-fines; en partiulier, le plexus étendu entre les différents faisceaux se compose de fibrilles iesurant à peine plus de 3,3 μ, quelques-unes moins de 2,2 μ.

Les *racines postérieures* des nerfs, dès leur entrée dans la moelle, préentent une disposition plus compliquée que les racines antérieures; on eut les distinguer en deux groupes : les unes, les *fibres radiculaires posérieures et externes*, cheminent horizontalement ou en remontant légèreent dans le sillon collatéral postérieur et à travers les faisceaux longiudinaux de la substance blanche, jusqu'aux cornes postérieures. Là, elles e divisent en faisceaux isolés, plus ou moins volumineux (de 22 à 45 μ le largeur), ou en cordons très-minces et en fibres séparées, qui traversent a substance gélatineuse isolément et sans contracter aucune liaison avec es cellules nerveuses. Dans ce trajet, les faisceaux moyens marchent en igne droite, les faisceaux latéraux se recourbent généralement en arc le cercle à convexité externe et interne, de sorte que leur ensemble préente l'aspect de nombreux méridiens partant d'un pôle (fig. 186). Vers 'extrémité antérieure de la substance gélatineuse, ces fibres radiculaires e pressent les unes contre les autres, et prennent *deux voies* différentes : es unes se recourbent en arc de cercle ou se coudent à angle presque lroit dans la portion postérieure de la substance grise même, pour deveir *longitudinales et ascendantes* ou *descendantes*. Ces fibres, sur une section ransversale, sont faciles à reconnaître dans un amas de taches arrondies t foncées, situées immédiatement en avant de la substance gélatineuse fig. 186). Il est difficile de déterminer le trajet ultérieur de ces *faisceaux lonitudinaux des cornes postérieures*, comme je les appelle, sur lesquels Clarke t moi avons les premiers appelé l'attention, et que Deiters désigne par rreur sous le nom de colonnes ascendantes de Clarke (p. 140). Autrefois, e croyais que ces fibres allaient gagner les cordons postérieurs et latéraux; ujourd'hui je suis plus porté à me rallier, au moins en partie, à l'opinion le Clarke et de Stilling, d'après laquelle elles se réfléchissent de nouveau, lus tard, pour prendre la direction horizontale et cheminer vers les ornes antérieures et les commissures; mais une portion d'entre elles me araît toujours se joindre aux cordons postérieurs. Chez le chat, d'après Clarke, les fibres des racines sensitives qui forment ces faisceaux, se *dirieraient toutes en bas* dans la portion supérieure de la moelle, avant de e réfléchir en avant pour devenir horizontales. Leur trajet put être uivi par Clarke jusqu'au moment où elles se recourbaient en anses dans es cornes et les cordons antérieurs. D'autres fois, elles se perdaient dans

les cordons antérieurs, ou semblaient se joindre aux racines antérieures (2e mém., p. 349, pl. XXIII).

La *seconde* portion des masses fibreuses latérales des racines postérieures s'avance en général horizontalement, en avant de la substance gélatineuse, dans le segment gris de la corne postérieure, et se soustrait en grande partie à la vue dans un enchevêtrement serré des tubes fins allant dans toutes les directions. Quelques-unes de ces fibres, néanmoins peuvent être suivies jusqu'à la hauteur des sommets des cornes postérieures et même dans la substance grise antérieure, où les unes se perdent sans laisser de traces, tandis que les autres, comme je le concède maintenant à Stilling, s'unissent, sur maintes coupes, particulièrement dans les renflements, aux fibres qui, des racines antérieures, s'irradient dans les cornes postérieures (fig. 183), sans que cependant il soit possible de constater avec la rigueur nécessaire une continuité directe entre les fibres des deux espèces de racines. D'autres de ces fibres qui pénètrent dans la substance grise vont dans la direction des deux commissures, avec les fibres desquelles elles se continuent.

Les masses fibreuses internes des racines postérieures, immédiatement après avoir pénétré dans le sillon collatéral postérieur, vont en dedans, dans le cordon postérieur, décrivent une courbe plus ou moins prononcée dans un plan horizontal ou obliquement ascendant, ou encore, d'après Stilling, obliquement descendant, et traversent le cordon postérieur en se portant en avant et en dehors. Puis elles abandonnent les cordons postérieurs le long des bords internes de la substance gélatineuse et en avant de cette substance jusqu'à la pointe des cornes postérieures, pour se porter, autant que j'ai pu voir, toutes en avant, dans les cornes antérieures, où elles affectent généralement un trajet recourbé en S (fig. 183). J'ai suivi ces fibres en partie jusque dans la commissure antérieure, en partie, et c'était toujours la majorité, jusqu'au groupe de cellules postérieur (latéral) des cornes antérieures, où, en général, elles se dérobaient à la vue; mais quelquefois aussi elles pouvaient être suivies jusqu'à la partie antérieure des cordons latéraux et s'y perdaient.

La *commissure grise* se compose, outre une grande quantité de substance conjonctive, d'un petit nombre de fines fibres transversales, qui, de ses parties latérales, s'inclinent généralement en arrière, et s'unissent aux fibres radiculaires sensitives, ou bien pénètrent dans la moitié postérieure des cordons latéraux. Les premières cheminent soit le long des bords des cordons postérieurs, soit plus en dehors, en se continuant notamment avec le groupe externe des fibres des racines postérieures; le trajet ultérieur des dernières n'est pas encore déterminé. D'autres fibres rayonnent transversalement de cette commissure dans la région limitrophe des deux cornes, et se perdent dans cette région, en partie aussi dans la corne antérieure elle-même.

La description précédente s'applique principalement aux renflements cervical et lombaire, qui, il est vrai, sont les portions les plus importantes

: la moelle; il nous reste donc à dire quelques mots des autres régions : la moelle, dont la disposition est quelque peu différente. Dans la *rtion dorsale* de la moelle, jusqu'au niveau des deux renflements, l'existace des noyaux de Stilling au sein des cornes postérieures engendre ielques modifications assez importantes. Là, le groupe interne des fibres diculaires postérieures, après avoir émergé des cordons postérieurs, ermine en grande partie d'arrière en avant et de dehors en dedans en e de cercle pour pénétrer dans le groupe de cellules ci-dessus désigné, y divise en fibres isolées ou en très-petits faisceaux, et ne peut être suivi i delà. Par contre, un autre groupe de fibres, venant de la région antésure et interne, naît de la même masse celluleuse, puis, se réfléchissant i dehors, s'étale en pinceau et se perd dans la portion moyenne des rdons latéraux, dans le domaine tant des cornes antérieures que des rnes postérieures. L'ensemble de la disposition de ces deux groupes de res est tel qu'on ne saurait s'empêcher de penser que leurs éléments nt en continuité avec les cellules du noyau de Stilling, c'est-à-dire s'y rminent ou y prennent naissance (fig 185, 186).

Les fibres des racines sensitives, de même que celles des racines motris, éprouvent un amincissement notable pendant leur trajet à travers la ibstance grise des cornes postérieures. Dans ces racines mêmes, on trouve icore des fibres de 18 μ de largeur; dans la substance gélatineuse, les ne dépassent jamais 9 μ; dans la substance grise, elles ont 2,2 à 6,7 μ, , dans les commissures grises, 1,8 à 2,6 μ seulement. Dans les cordons itérieurs et latéraux, elles reviennent à 2,6, 9 μ. Ces changements de iamètre peuvent se voir directement sur un and nombre de fibres, au moment, par exemle, où les racines pénètrent dans la substance élatineuse.

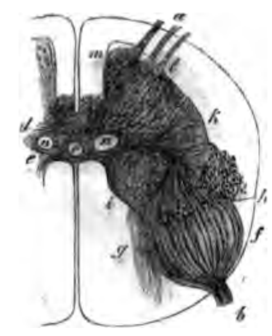


FIG. 186.

A côté des fibres qui se continuent soit avec s racines motrices, soit avec les racines sensires, on trouve, dans la substance grise et dans . substance gélatineuse, un assez grand nombre e tubes nerveux fins, qui ne mesurent que 1,8 μ ; qu'il n'est pas possible de rattacher avec certude à ces racines. Peut-être est-il permis de s considérer comme des rameaux de ces racines, mme l'admet Stilling pour celles de la substance gélatineuse.

Le *canal central* est souvent oblitéré chez l'adulte, particulièrement ans la région cervicale; c'est ce qu'ont observé comme moi Clarke et

FIG. 186. — Section transversale de la portion supérieure du renflement lombaire de la selle humaine : *a*, racine antérieure; *b*, racine postérieure; *c*, canal central; *d*, commisre antérieure; *e*, commissure postérieure; *f*, substance gélatineuse; *g*, fibres des cornes stérieures, dont les unes proviennent certainement des racines postérieures et qui vont dans noyau de Stilling *i*; *h*, sections transversales des fibres longitudinales de la substance latineuse; *k*, fibres qui du noyau de Stilling vont dans les cordons latéraux; *l*, *m*, groupe : cellules des cornes antérieures; *n*, veines.

Goll. Stilling se trompe évidemment quand il affirme que cette oblitération n'apparaît que sur des pièces mal durcies, ou par suite d'accidents; car dans tous les cas où le canal est oblitéré, sa place est marquée par de nombreuses générations de cellules, parmi lesquelles on rencontre surtout les cellules à noyaux multiples dont j'ai parlé. De même que certaines portions des cavités encéphaliques (ventricule de la cloison, corne postérieure, sixième ventricule de Strambio) sont parfois moins étendues que d'ordinaire ou même complétement oblitérées, de même la chose est possible quant au canal de la moelle, ce qui n'empêche pas que dans la majorité des cas il reste perméable. Ce canal, de forme rubanée ou triangulaire, a une largeur qui varie entre 22 et 220 μ; il est tapissé intérieurement d'un épithélium cylindrique vibratile, de 22 μ d'épaisseur. Il occupe la partie moyenne du *noyau gris central* (*substance gélatineuse centrale* de Stilling), que je rattache aujourd'hui, avec Virchow, à l'épendyme, dont ce noyau paraît être un épaississement analogue à celui qu'on trouve dans les ventricules cérébraux. Ce noyau central (fig. 187) acquiert le plus de volume au niveau du renflement lombaire. Coupé en travers sur des pièces durcies, il est tantôt assez nettement limité, et présente la forme d'une poire, d'un bouclier ou d'un cœur, et tantôt il se continue insensiblement avec la substance grise avoisinante, ce qui est la règle, d'après Stilling. Il est composé exclusivement de substance conjonctive (v. à ce sujet le paragraphe suivant).

Le ligament coccygien ou *filament terminal* (*filum terminale*), en tant que prolongement du cordon épendymaire de la moelle, contient, partout où il est encore creux, une substance grise et molle, composée principalement de cellules à noyau arrondies, pâles, de 11 à 13 μ de diamètre. En outre, on trouve, dans sa partie supérieure et entre les cellules, de véritables tubes nerveux à contours foncés, dont le diamètre, variable d'ailleurs, est généralement très-faible; puis de nombreuses fibres fines et pâles, dont je n'ai pu jusqu'ici déterminer la nature, ignorant si ce sont des prolongements de cellules ou des fibres nerveuses très-fines.



Fig. 187.

D'après Stilling, le canal central s'ouvre à l'extrémité du renflement lombaire, chez l'homme, dans le sillon longitudinal postérieur, chez les vertébrés supérieurs, dans le sillon antérieur. Dans cette région, qu'habituellement on considère déjà comme le commencement du *filum terminale*, le renflement lombaire est fendu dans une longueur d'environ 0^m,67; mais plus bas, les couches inférieures de la moelle formant de nouveau un anneau complet, le canal

Fig. 187. — Section transversale de la portion centrale de la moelle humaine au niveau de la région lombaire. — *a*, corne antérieure. — *b*, corne postérieure. — *c*, commissure blanche. — *d*, portion antérieure de la commissure grise. — *e*, portion postérieure de cette dernière. — *f*, filament épendymaire central avec le canal central *g* et son épithélium.

paraît, pour se terminer en cul-de-sac vers le milieu de la longueur du n (Stilling). Mais les parties qui entourent ce canal disparaissent plus si bien que la portion inférieure du filum, chez l'homme, ne contient aucun élément qu'on puisse considérer comme une continuation de oelle elle-même, et ne se compose que d'un cordon de tissu con-tif, prolongement de la pie-mère, et de la terminaison de l'artère et eines spinales antérieures. Je dois mentionner encore que l'enveloppe la pie-mère fournit au filum, renferme aussi des nerfs (*Mikr. Anat.*,), qui ont été observés également par Luschka (*Steissdrüse*, p. 84). Chez nimaux, les dispositions générales sont les mêmes; seulement le canal ral semble s'étendre toujours jusqu'à l'extrémité du filum.

rès qu'en 1850, les recherches de Clarke et les miennes eurent ouvert la voie nvestigations sur la structure histologique des parties centrales du système ner-, on vit se suivre à de courts intervalles une série de travaux importants sur la le, parmi lesquels il faut mettre au premier rang ceux de Bidder et de ses s, ceux de Stilling et de Schröder van der Kolk; puis vinrent les nouvelles recher-de Clarke et de Goll, et enfin celles de Reissner et surtout de Deiters. Néanmoins st encore aujourd'hui en désaccord sur une foule de questions, tant au point de le l'interprétation anatomique des parties élémentaires, qu'au point de vue des xions entre ces parties.

lativement au trajet des fibres dans la moelle, ce qui a été dit plus haut com-et élargit mes descriptions antérieures. Après avoir répété avec tout le soin ble mes recherches sur ce sujet, je ne puis que maintenir la plupart des propo-s que j'ai avancées précédemment, celle, par exemple, que la commissure ieure est en partie le résultat de l'entrecroisement des cordons antérieurs, et e portion de ses fibres se continuent avec celles des racines antérieures. A gard, j'ai été heureux de voir mes observations confirmées par Stilling et en aussi par Deiters. D'autre part, je me rallie aujourd'hui à Stilling et à Clarke bien des points qui m'avaient d'abord paru autres, ou qui m'avaient échappé. plus de détails, voy. surtout les ouvrages de Stilling, Clarke, Goll, dont les rches sur le trajet des fibres et la coordination des éléments en général me ment exactes dans presque toutes leurs parties, et pour ce qui est des éléments ux, voy. Deiters. Sans vouloir rabaisser le mérite d'autres anatomistes, tels que der van der Kolk, Schilling, etc., je considère les recherches des auteurs précé-et surtout les descriptions si complètes de Stilling, d'une part, et de Deiters, e part, comme ce qui nous a été fourni de meilleur sur ce sujet. L'épithélium ile du canal central de la moelle a été observé d'abord par Hannover sur la andre et les larves de grenouille (*Rech.*, p. 27). Chez l'homme, je suis proba-nt le premier qui ait vu une apparence de cils (*Handb.*, 2[e] édition, p. 299); c'est Stilling qui les a mis hors de doute. Sur la grenouille, on reconnaît le ement vibratile dans le *filum terminale* sans préparation. — Clarke et J. Wa-ont vu chacun un cas de duplicité du canal central.

108. **Substance conjonctive de la moelle épinière et du système ner-central en général.** — Relativement à la structure du système eux central, une des questions les plus importantes est celle de savoir n dehors des éléments véritablement nerveux, c'est-à-dire des cel-et des fibres nerveuses, il entre dans la composition de ce système tres éléments et dans quelle proportion. Ce n'est, en effet, que lors-cette question aura reçu une réponse satisfaisante, qu'il sera possible

d'avoir une idée des connexions et de la disposition exacte des éléments nerveux. Les difficultés auxquelles on se heurte dans ces recherches sont très-grandes; on en prendra une idée en songeant que jusqu'ici l'accord n'a pu s'établir sur aucun point, et que les observateurs sont encore ballottés entre deux opinions diamétralement opposées, représentées, l'une par Stilling, l'autre par Bidder. Tandis que Stilling considère plus ou moins explicitement comme nerveux tout ce qui se rencontre dans la moelle, jusqu'aux cellules épithéliales du canal central, Bidder, au contraire, attribue au tissu conjonctif une part considérable dans la composition de la moelle, à ce point qu'il déclare étrangères aux éléments nerveux même toutes les cellules des cornes postérieures, la commissure grise postérieure et la substance gélatineuse, sauf les racines qui la traversent. Quant à moi, déjà dans la troisième édition de cet ouvrage, j'ai pris une position intermédiaire, dans laquelle je me crois d'autant plus fondé à me maintenir, que par suite de recherches réitérées sur le tissu conjonctif en général, et sur celui du système nerveux central en particulier, je pense être aujourd'hui en mesure d'exposer mon opinion plus nettement et d'une façon plus convaincante que je ne le pouvais faire précédemment.

I. Entrant dans les détails, j'exposerai en première ligne les caractères du tissu conjonctif de la moelle. Je ferai remarquer d'abord que, d'après ce que j'ai pu constater, à part la pie-mère, avec le prolongement qu'elle envoie dans le sillon antérieur, et la tunique adventice des vaisseaux d'un certain volume, il n'y a point, dans la moelle, de tissu conjonctif fibrillaire ordinaire, mais seulement de *la substance conjonctive simple*, composée uniquement de *réseaux de cellules étoilées de substance conjonctive* (corpuscules de tissu conjonctif, cellules plasmatiques), ou d'un *canevas de fibres et de trabécules souvent anastomosées entre elles* et issues des réseaux de cellules, substance conjontive décrite dans les généralités (§ 23) comme partie constituante de la substance conjonctive cytogène. Ces réseaux ou canevas, que je désigne sous le nom de *substance conjonctive réticulée* quand ils se présentent comme *substance de soutènement* pour les autres éléments histologiques, existent dans l'une et l'autre substance de la moelle, en proportion telle qu'ils constituent une portion notable de la masse totale de l'organe; en d'autres termes, ils forment une sorte de charpente délicate, traversant la substance blanche et la substance grise tout entière, contenant dans ses mailles les cellules et les tubes nerveux et servant de support aux vaisseaux : je l'appellerai *reticulum* du système nerveux central. Sur des coupes transversales (fig. 188) de la substance blanche, on voit, comme Bidder l'a décrit et figuré, que les tubes nerveux ne sont jamais en contact immédiat entre eux; qu'ils sont partout séparés par une substance interstitielle, qui, si l'on fait abstration des tubes, ou quand ceux-ci ont été écartés, se présente sous la forme d'un réseau régulier, à mailles arrondies. Là où il y a des vaisseaux, ou bien le réticulum s'insère à leur surface, ou bien il naît d'une sorte de tunique adventice qui leur forme comme une espèce de gaîne, laquelle n'est elle-même qu'une portion

condensée de ce réticulum et ne contient que rarement du tissu conjonctif fibrillaire. En dedans, ce réticulum se continue directement avec un canevas analogue occupant la substance grise, et en dehors, il se condense en une *couche corticale* de la substance blanche (fig. 188), que Bidder a le premier appréciée exactement, et qui elle-même se continue avec la pie-mère. Quant à la véritable nature du canevas en question, les coupes transversales nous donnent peu de renseignements; elles nous apprennent cependant qu'en beaucoup de points nodaux se trouvent des noyaux arrondis, de 4, 5, 6, à 7 μ de diamètre moyen, de sorte que l'ensemble produit souvent l'effet d'un réseau de cellules étoilées (fig. 189). Sur des

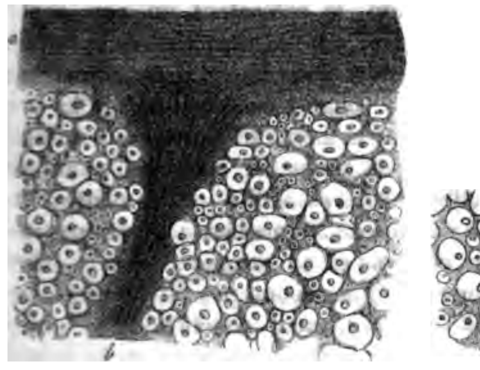


FIG. 188.

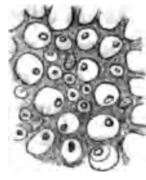


FIG. 189.

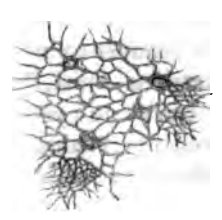


FIG. 190.

sections longitudinales, au contraire, on voit, surtout quand on les dilacère un peu, mais aussi sans cette opération lorsque la coupe est mince, que les trabécules du canevas en question ne sont que les sections transversales de lames ou cloisons minces, formant des gaînes tubulées autour des fibres nerveuses, et qui elles-mêmes sont constituées exclusivement par un réseau fin et serré, portant çà et là les noyaux en question. Tous ceux qui sont un peu familiarisés avec les diverses formes des cellules de la substance conjonctive, ne conserveront pas le moindre doute qu'il s'agit ici de réseaux de cellules étoilées, présentant toutefois cette

FIG. 188. — Portion d'une section transversale de la moelle épinière humaine, au niveau de la région dorsale inférieure; portion superficielle des cordons latéraux. — *a*, couche corticale de la substance blanche, dont les noyaux ne sont pas figurés. — *b*, prolongement de cette couche dans l'intérieur. Le reste est du tissu conjonctif réticulé (réticulum), dans les mailles duquel on ne voit ici que les cylindres d'axe des tubes nerveux; outre les grosses fibres, il y avait de nombreuses fibres fines, qui semblaient engagées en partie dans l'épaisseur des trabécules du réticulum. — Grossissement de 350 diamètres. — Préparation colorée par le carmin.

FIG. 189. — Portion du réticulum de la substance blanche des cordons postérieurs de la moelle humaine. — Grossissement de 350 diamètres. On aperçoit dans le réticulum trois noyaux, et dans les mailles les cylindres d'axe enveloppés en partie par de la moelle nerveuse devenue pâle. — Préparation traitée par le carmin.

FIG. 190. — Portion du réticulum formé par les cellules de substance conjonctive dans les cordons postérieurs de la moelle humaine. — Section longitudinale, grossie 350 fois. — En deux endroits, on a figuré les réseaux les plus fins du réticulum, un peu trop roides seulement.

particularité que leurs prolongements sont *très-rameux* et fréquemment unis tant entre eux qu'avec ceux des cellules voisines, d'où résultent des parties membraneuses rappelant quelque peu les réseaux élastiques serrés. Il y a donc là quelque chose d'analogue à ce qui existe dans les tendons (v. ci-dessus), avec cette différence que les prolongements des cellules sont moins membraneux, moins aplatis, et ont plutôt l'apparence de fibres.

Tout le canevas que nous décrivons ici est *très-mou* dans la moelle fraîche, et ne peut se voir que par fragments; au contraire, les réactifs usités pour durcir les préparations le mettent parfaitement en relief, seulement l'acide chromique et l'alcool le rétractent évidemment un peu, tandis que les sections obtenues par le procédé de Clarke, qu'elles soient ou non colorées par du carmin, le présentent un peu gonflé. Ces sections, particulièrement celles qui ont été traitées par le carmin, dans lesquelles les noyaux du canevas sont colorés et les prolongements des cellules généralement incolores et rouges seulement lorsqu'ils sont accumulés en grand nombre, sont par là même très-propres à montrer la disposition intime de ce réseau; les lames, au contraire, paraissent évidemment plus épaisses qu'elles ne sont en réalité, et les mailles trop grandes. Ainsi, l'espace occupé par une de ces mailles, qui toujours renferment un cylindre d'axe (sur ces coupes on reconnaît parfois, sinon toujours, facilement la moelle nerveuse) ne répond pas tout entier à une fibre nerveuse, et l'on ne saurait, par conséquent, conclure de sa largeur à celle des fibres nerveuses. A la surface de la moelle, dans la couche corticale qu'on y rencontre, et autour des gros vaisseaux, ainsi que sur d'autres points, les réseaux cellulaires sont superposés en *couches multiples* et forment des *lames d'une certaine épaisseur*. C'est ce qui se voit le plus nettement dans la couche corticale de la moelle, qui mérite aussi l'attention parce qu'elle fournit la preuve certaine qu'il existe dans le système nerveux central une proportion notable d'une substance de revêtement molle et grise qui ne renferme aucune trace d'éléments nerveux, et qui donne un point de repère important pour l'interprétation de l'écorce grise finement granulée et parsemée de noyaux de l'encéphale. Dans la moelle épinière, cette écorce paraît composée également d'une substance finement granulée avec des noyaux; mais un examen attentif démontre nettement qu'elle est formée tout entière de réseaux serrés et délicats de

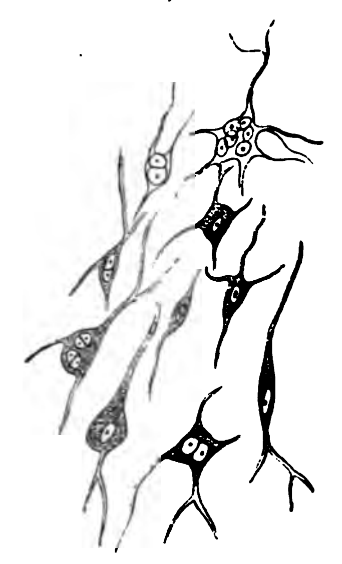


FIG. 191.

FIG. 191. — Cellules de substance conjonctive du noyau gris central de la moelle humaine. — Grossissement de 350 diamètres.

cellules de substance conjonctive, et qu'elle se continue directement avec les réseaux internes de la substance médullaire. Il est à remarquer aussi que dans la substance blanche elle-même, les mailles occupées par les fibres nerveuses sont loin d'être aussi égales que la figure Goll; au contraire, dans toutes les régions de la substance blanche où il y a des tubes nerveux minces, les mailles du canevas sont souvent *très-étroites* et ne paraissent pas plus larges sur les pièces durcies; de sorte que fréquemment les cylindres d'axe rouges semblent simplement enfoncés dans les trabécules du canevas, et ne sont nullement entourés de ces anneaux que Goll considère sans motif comme caractéristiques des sections transversales des fibres nerveuses.

Dans *la substance grise*, le tissu de soutènement ou le réticulum présente une disposition générale analogue à celle de la substance blanche; seulement, comme il est facile de le comprendre, il ne forme pas un réseau régulier, mais plutôt un *tissu spongieux*, *fin et irrégulier*, et renferme beaucoup plus de noyaux, ou du moins les noyaux y sont beaucoup plus nets. Déjà sur des coupes grossières, on y distingue partout avec facilité les noyaux en question entre les cellules nerveuses, leurs prolongements et les fibres nerveuses, tandis que la substance interstitielle paraît simplement granuleuse, ou tout au plus vaguement fibrillaire; mais sur de fines sections d'une bonne préparation au carmin, ou par la dilacération, on reconnaît là aussi un réseau extrêmement serré et délicat, dans les portions élargies duquel sont déposés les noyaux, et un examen attentif donne la conviction que partout la substance fondamentale se compose de cellules de substance conjonctive très-délicates et dont les prolongements sont fréquemment anastomosés entre eux. A ce réseau appartiennent aussi les éléments du *filament épendymaire central*, composé uniquement de cellules étoilées, unies entre elles et avec les portions voisines du réticulum par leurs prolongements filiformes. Il est à remarquer d'ailleurs 1° que les cellules y sont, en général, plus développées et plus nettes que dans les autres régions de la moelle; que dans quelques cas, elles renferment plusieurs noyaux (observation que je me vois obligé de maintenir, contrairement à Stilling), et qu'elles sont pourvues de prolongements plus longs, moins rameux que les autres, et disposés de façon à produire des lignes annulaires et rayonnées, ainsi qu'un pointillé très-fin (par suite d'éléments longitudinaux) sur le filament épendymaire; 2° que les prolongements des cellules sont en continuité avec les prolongements filiformes des cellules épithéliales du canal central (Stilling, Bidder, Kupffer, Clarke, etc.), comme aussi, ainsi que Clarke le dit avec raison, avec la pie-mère, au fond du sillon antérieur, et avec le réticulum, entre les deux cordons postérieurs.

II. ***Réticulum ou substance de soutènement de l'encéphale.*** — Tandis que la substance conjonctive de la moelle a été l'objet de recherches si nombreuses, c'est à peine si celle de l'encéphale a commencé à fixer l'attention, et cependant la question de l'existence de cette dernière est d'une

extrême importance. D'après mes observations, il existe un réticulum de substance conjonctive simple, c'est-à-dire des réseaux de cellules conjonctives, dans toutes les parties de l'encéphale ; du moins l'ai-je rencontré dans tout le bulbe, y compris les olives, dans toute la protubérance, dans la substance blanche et dans la substance grise des hémisphères cérébraux, dans le corps calleux, dans la voûte et dans le corps strié. Dans tous ces organes, on trouve, entre les éléments nerveux, les petits *noyaux* signalés à l'occasion de la moelle, et qui, sur des préparations durcies, occupent les points élargis d'un réseau plus ou moins serré, qui est indubitablement l'analogue du réticulum de la moelle. Dans la substance blanche, notamment dans celle du bulbe et de la protubérance, ce réseau a d'ailleurs de plus larges mailles et présente plus de netteté que dans la substance grise ; dans cette dernière, et particulièrement à la surface du cerveau et du cervelet, il est d'une telle finesse et formé de mailles si étroites, qu'on n'y reconnaît un réseau qu'avec les plus forts grossissements; encore la chose n'est-elle pas parfaitement nette. Vu avec les grosissements ordinaires, il paraît finement granulé. Quand les éléments nerveux sont rares, ou même font complétement défaut, comme dans certaines portions de la substance grise du cerveau, les cellules du réticulum deviennent confluentes comme à la surface de la moelle ; il en résulte alors une substance continue en apparence, finement granulée, avec des noyaux, et dans laquelle il n'y a peut-être d'autres lacunes que celles qui logent les vaisseaux ou que des interstices excessivement petits, vides, qu'il n'est pas possible de reconnaître avec certitude. — Il est à remarquer que dans certaines régions de l'encéphale, comme dans la couche rouillée des circonvolutions cérébrales et dans la corne d'Ammon (moi, Kupffer), le réticulum se distingue par l'immense quantité de noyaux qu'il renferme, circonstance qui ne se présente au même degré dans aucune autre portion de l'encéphale, pas même dans le filament épendymaire de la moelle, sauf les cas d'oblitération du canal central. — Enfin, on devra probablement ranger aussi avec la substance conjonctive certaines *fibres radiées*, découvertes par Bergmann dans les couches externes du cervelet, et mieux étudiées par Hess, F. E. Schultze et Deiters. Ces fibres forment, en s'élargissant en dedans de la pie-mère, à la surface du cervelet, une pellicule analogue à la membrane limitante de la rétine : à partir de cette pellicule, ces fibres, devenues cylindriques, et séparées par de courts intervalles, s'étendent directement dans la couche grise, où l'on peut les suivre quelquefois au-delà de la portion moyenne de cette couche.

Bidder et Kupffer ont fait remarquer à juste titre que la substance conjonctive du système nerveux central a été décrite déjà, pour ce qui est de la moelle, au commencement de ce siècle, par Keuffel, et cela avec une étonnante exactitude, vu l'état de la science à cette époque (*Reil's Arch.*, X, 1811). Mais les auteurs qui vinrent après lui n'apprécièrent pas à leur véritable valeur les données de Keuffel, et c'est ainsi qu'il ne fit qu'à l'époque de la renaissance de l'histologie, après Schwann, les

observateurs avaient complétement oublié qu'il existe un tissu étranger au sein du système nerveux central. Ce n'est qu'en 1846 que Virchow décrivit le tissu sous-jacent à l'épithélium des ventricules du cerveau comme une couche de tissu conjonctif fibrillaire (*Zeitschr. f. Psychiatrie*, 1846, 2e cah.), et en 1853, le même observateur formula cette proposition qu'une substance fondamentale, appartenant à la substance conjonctive, entoure partout et relie entre eux les éléments des centres nerveux, et que l'épendyme n'est autre chose que la portion de cette substance qui dépasse les éléments nerveux et apparaît librement à la surface. Mais comme évidemment cette proposition ne s'appuyait point sur l'observation, attendu que Virchow ne décrit nullement cette substance fondamentale, qu'il désigna plus tard sous le nom de *ciment nerveux*, *neuroglia* (*Gesamm. Abhandl.*, p. 890), elle attira peu l'attention, et ce ne fut que Bidder et ses élèves, Owsjannikow, Kupffer et Metzler, qui, à partir de l'année 1854, fondèrent de nouveau la doctrine de l'existence de la substance conjonctive dans les organes centraux du système nerveux. Ces observateurs ont décrit dans la *moelle épinière* de tous les vertébrés une substance conjonctive abondante, qui non-seulement traverse les cordons blancs, mais encore et surtout existe en proportion considérable dans la substance grise. Ainsi, d'après Owsjannikow, dans la moelle des poissons, et d'après Kupffer, dans celle de la grenouille, la substance grise, à part les grosses cellules multipolaires des cornes antérieures, ne contiendrait rien que de la substance conjonctive. Sur la moelle des mammifères, Bidder et Kupffer rangent dans la substance conjonctive toutes les cellules des cornes postérieures, la commissure grise tout entière et tous les éléments de la substance gélatineuse; en outre, ils trouvent une quantité considérable de substance conjonctive dans tout le reste de la substance grise et dans les cordons blancs, de sorte que la substance conjonctive aurait dans la composition de cet important organe une part que l'on n'avait jamais soupçonnée. Ces données, parfaitement admises par quelques anatomistes, trouvèrent bientôt en Stilling un adversaire implacable, qui décrivit comme nerveux presque tous les éléments de la moelle, cellules et fibres, voire même les cellules épithéliales du canal central, et alors commença une discussion sur la signification des éléments de la moelle qui fut extrêmement préjudiciable à la connaissance exacte des caractères de cet organe, mais qui néanmoins contribua en définitive à dégager la vérité. Quant à moi, en cette occurrence, j'ai été dès l'origine plutôt du côté de Bidder, car déjà en 1855 (*Gewebel.*, 2e édit.), je décrivais des corpuscules conjonctifs étoilés distribués dans toute la substance grise de la moelle, et dans la 3e édition, page 291, je démontrais également ces corpuscules dans les cordons blancs. Je ne pouvais néanmoins m'empêcher de combattre certaines assertions des observateurs de Dorpat. Ainsi, j'avais montré, avec Stilling, contrairement à Owsjannikow, que la substance grise de la moelle, chez les poissons, renferme non-seulement de la substance conjonctive, mais aussi de nombreux tubes nerveux à contours foncés; de plus nous démontrâmes, contrairement à Bidder et à Kupffer, que la grande majorité des prétendus faisceaux conjonctifs de la substance grise de la moelle, chez la grenouille, sont de véritables tubes nerveux, et que le *filum terminale* de la grenouille, qu'on a spécialement signalé comme formé exclusivement de substance conjonctive, se distingue précisément, au contraire, par une grande abondance de fibres nerveuses. De même, je me vis obligé de déclarer que les cornes postérieures de la moelle humaine renferment de vraies cellules nerveuses et la commissure grise, de vraies fibres nerveuses. Si, sous tous ces rapports, j'étais d'accord avec Stilling, il m'était impossible de me rallier à son opinion quand il prétendait que l'épithélium du canal central et les éléments du filament épidymaire central sont de nature nerveuse, et j'adoptai à cet égard la manière de voir de Bidder, dont c'est le grand mérite, à mon avis, d'avoir attiré l'attention sur les éléments non nerveux de la moelle. Du reste, la description que Bidder donne lui-même de la véritable substance conjonctive est un peu vague, et je crois, par mes nouvelles recherches, consignées dans ce paragraphe, avoir amené ce sujet assez près de sa solution; dans cette voie, il est vrai,

j'étais favorisé par mes études antérieures sur le tissu conjonctif, qui m'avaient montré combien il est fréquent de rencontrer une substance de soutènement formée de réseaux de cellules conjonctives. — Je ferai remarquer encore que parmi les observateurs modernes, Clarke et Goll, notamment, reconnaissent qu'il existe de la substance conjonctive dans la moelle humaine, sans toutefois la décrire, et que Frommann, Deiters et Besser nous ont fait des communications sur la substance conjonctive des parties centrales du système nerveux, qui concordent avec les miennes quant aux points essentiels. — Relativement à la substance conjonctive dans la moelle des vertébrés inférieurs, voyez les travaux de Mauthner, Reissner, Traugott et Stieda.

Quelques remarques encore au sujet des *cellules épithéliales du canal central.* Déjà, en 1844, Hannover avait vu les cellules épithéliales des ventricules cérébraux de la grenouille se prolonger à leur extrémité externe en fines fibres, qu'il déclara être des fibres nerveuses (*Rech. micr.*, p. 20), et Stilling a fait des observations analogues sur les cellules épithéliales de la grenouille. Ces prolongements, qui certainement ne sont pas de nature nerveuse, ont été vus de nos jours par un si grand nombre d'observateurs, notamment par Kupffer et Bidder, sur la grenouille, par Gerlach, dans l'aqueduc de Sylvius de l'homme, par Mauthner sur le brochet, par Clarke sur le bœuf (*Phil. Trans.*, 1859, I, p. 455), et par Traugott sur la grenouille, observations auxquelles je puis ajouter les miennes, faites sur l'homme, que leur existence ne saurait plus être révoquée en doute. Mais il est tout aussi certain que ces prolongements se continuent avec le reticulum de la substance grise, fait sur lequel, parmi les observateurs les plus récents, Gerlach, Mânthner, Clarke et Trangott sont d'accord avec moi. Chez *l'homme*, la disposition me paraît la même que celle que Clarke a trouvée sur le bœuf (*Phil. Trans.*, 1859, pl. XXII, fig. 53); j'y rencontre notamment ces noyaux à nucléoles multiples dans les cellules épithéliales, à diverses profondeurs de la couche épithéliale, et deux formes de cellules un peu différentes, suivant la position du noyau. (Voy. fig. 192.)

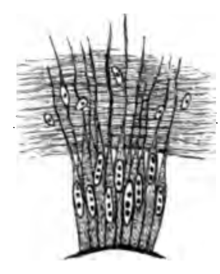


FIG. 192.

La *couche corticale grise* de la moelle était déjà connue de Al. Monro, chez les animaux; plus tard, son existence fut confirmée par Burdach. Remak ne réussit pas à la reconnaître nettement (*Observ. anatom.*, 1838, p. 81), et ce fut Bidder et Kupffer qui les premiers la démontrèrent par le microcospe, sans la décrire spécialement (*Text. d. Rückenmarkes*, p. 35 et 36). Clarke et Goll signalent aussi, du reste, cette couche (*l. c.*, p. 8), tandis que Stilling la confond avec la pie-mère (*Neue Unters.*, p. 1182). D'après mes observations, Bidder et Kupffer sont parfaitement dans le vrai, et je puis ajouter *qu'une couche corticale analogue, formée de substance conjonctive, se rencontre également sur les portions blanches de la surface de l'encéphale*; du moins l'ai-je vue très-manifestement sur le bulbe et sur la protubérance.

Tandis que nous possédons une foule d'observations sur la substance conjonctive de la moelle, c'est à peine si l'on a soulevé la question de l'existence d'un semblable tissu dans l'encéphale. A part l'indication succincte de Virchow, dont il a été question plus haut, c'est dans cet ouvrage (4ᵉ édit. allemande) que nous avons donné la première description exacte de la substance conjonctive de la portion blanche de l'encéphale. D'ailleurs, déjà en 1850, j'avais signalé à l'attention des observateurs l'existence de noyaux en apparence libres dans les faisceaux blancs du corps strié et dans le corps calleux (*Mikr. Anat.*, II, 1, p. 470 et 479). La même observation

FIG. 192. — Quelques cellules épithéliales du canal central de l'homme. — Grossissement de 400 diamètres. — Les cils ne sont pas conservés, mais bien les prolongements filiformes des cellules, dont les extrémités toutefois ne sont pas visibles. A la face interne des cellules on voit les fibrilles de la commissure grise postérieure, avec des noyaux (substance conjonctive) et une cellule fusiforme qui envoie un prolongement vers l'épithélium.

uite plus tard par Gerlach sur les couches extérieures de la substance blanche ervelet, et par R. Berlin pour la même région du cerveau. Je ferai remarquer re, au sujet de ce reticulum de la substance blanche de l'encéphale, qu'il est très- à démontrer chez le nouveau-né, très-difficile, au contraire, chez l'adulte, et seu- nt par des procédés qui font pâlir les tubes nerveux à moelle ; il sera avantageux, ce dernier, de se servir de carmin. Pour ce qui est de la *substance grise*, nous dons déjà des notions plus étendues. Henle, à son époque, avait déclaré que la tance finement granulée qui se rencontre dans tous les amas de substance grise ncéphale est nerveuse, et forme en quelque sorte une substance ganglionnaire uente ou non divisée, et c'est cette manière de voir qui, sous une forme ou une , compte encore le plus de partisans. D'autre part, Virchow exprima l'opi- (*l. s. c.* et *Cellularpathologie*, 1re édit., p. 250 et 252) qu'il s'agit là d'une ce de tissu conjonctif. Je me ralliai à cette opinion dans la 3e édition de cet age (p. 317), où je déclarai, en outre, que les grains de l'écorce du cervelet rtiennent à un stroma non nerveux, contrairement à Gerlach, qui croyait avoir es grains unis à des fibres et à des cellules nerveuses. Plus récemment, plu- s voix autorisées se sont fait entendre. R. Wagner, Berlin et Stephany considè- tous ces éléments de la substance grise comme nerveux, mais n'interprètent le la même façon leur disposition. D'après R. Wagner, la substance grise qui re les circonvolutions du cervelet, substance qui forme une couche assez homo- , finement granulée, et pourvue de noyaux disséminés, est un *épanouissement* ubstance nerveuse pure, qui s'étend jusqu'entre les grains de la couche rouillée, eut être considérée comme une masse ganglionnaire confluente. De cette *lame* *ssétement centrale*, les grosses cellules nerveuses utriculaires naîtraient par de radicules, provenant directement de la masse moléculaire, de même que cylindres d'axe des nerfs électriques se continuent par des ramifications très- avec la plaque électrique. R. Berlin n'examina que les circonvolutions du cer- , qui, d'après Wagner, sont analogues à celles du cervelet, et y trouva les ux dans les mêmes connexions avec les fibres nerveuses et les cellules que s que Gerlach décrit dans le cervelet; mais il ne donne pas son opinion sur la he moléculaire. Stephany, enfin, décrit dans l'écorce du cerveau, partout où u'ici on admettait une substance finement granulée, un réseau serré de fila- ts très-fins, qui ne sont point colorés par le carmin, réseau qu'il appelle *réseau ual de l'écorce cérébrale*, avec lequel sont unis et les prolongements des cellules reuses et les filaments nerveux, et dans lequel sont englobés des noyaux libres et cellules arrondies, dont la nature reste indéterminée. — En opposition avec ces ervateurs, Max Schultze, dans une communication incidente (*Obs. de retinæ str.*, 0), prétend que la substance granulée de l'écorce de l'encéphale n'est que de ubstance conjonctive, se fondant surtout, paraît-il, sur ce motif, démontré par que la couche correspondante de la rétine est composée d'un réseau extrême- t délicat, qui ne se continue nullement avec les éléments nerveux. Les observa- s postérieures de Stephany pourraient donc être exactes au point de vue du au, que, du reste, Schultze figure beaucoup plus fin dans la rétine, mais elles le seraient pas au point de vue de l'interprétation.

Enfin, j'ai à mentionner encore un travail de Uffelmann, qui (*l. i. c.*), comme ait fait Henle dans ses Comptes rendus (1859, p. 37, 1860, p. 55), voit dans réseaux des productions artificielles, et qui, dans l'interprétation de la sub- ce granulée et de ses noyaux, s'en tient à l'opinon de Henle ci-dessus rap- tée, et considère, par conséquent, cette substance comme nerveuse, tandis que ters se range à l'opinion de M. Schultze et de moi.

J'ai déjà dit que, relativement à la manière de comprendre la substance grise de céphale, je suis en général d'accord avec Virchow. J'ajouterai les considéra- s suivantes. L'étude de la structure de la substance granulée en question est tainement très-difficile, et il se passera peut-être beaucoup de temps encore nt qu'on arrive à un accord complet sous ce rapport. Je tiens pour certain,

d'accord avec Henle et Uffelmann, qu'il n'y a point de réseau qui, à un grossissement de 300 diamètres, se présente tel que le figure Stephany; bien plus, les réseaux que je crois avoir vus ici, n'étaient visibles qu'aux plus forts grossissements (nº 10 de Hartnack), et ne pouvaient se comparer qu'aux réseaux terminaux de l'organe électrique de la torpille ou aux réseaux rétiniens de Schultze. Je les ai vus avec la plus grande netteté sur des préparations traitées par l'acide chromique *étendu;* ils étaient moins nets ou invisibles sur des pièces plus dures, et sur des cerveaux d'enfants durcis dans l'alcool. Ces réseaux étaient plus distincts dans les portions internes de l'écorce grise du cerveau, où il y a encore beaucoup de fibres nerveuses, que dans les couches externes, où souvent on ne voyait qu'une substance finement granulée. Ajoutons que le réticulum conjonctif de la substance blanche du cerveau et du cervelet, sur lequel il ne subsiste aucun doute, se continue manifestement avec celui de la substance grise, et nous ne pourrons nous empêcher de reconnaître que ce reticulum n'est point de nature nerveuse, bien que j'accorde que la substance de soutènement présente là des caractères un peu spéciaux. Du reste, pour l'appréciation du reticulum, il est parfaitement indifférent que les cellules engendrent des réseaux serrés ou lâches, et même quelles soient presque complétement confondues; l'essentiel est de savoir qu'elles forment une substance secondaire de soutènement. Après avoir étudié avec soin la substance conjonctive de tout le système nerveux central, je me déclare pour cette manière de voir, et je ferai remarquer seulement, pour les personnes qui sont habituées, quand il est question de corpuscules de tissu conjonctif, à penser à des productions plus compactes et à des fibres élastiques, que les cellules de substance conjonctive sont des éléments extrêmement délicats et fragiles, qui présentent un cytoplasme albumineux très-mou, comme le démontre d'une manière frappante l'examen des cellules de substance conjonctive de l'embryon. Que la substance granuleuse en question et le reticulum du système nerveux central en général soient très-mous et riches en principes albumineux, ce n'est pas là un argument contraire à l'opinion de Schultze et à la mienne. Relativement à l'interprétation des éléments du système nerveux central, je me permettrai encore de faire remarquer : 1º que parmi les fibres pâles, on ne doit considérer comme nerveuses que celles qui se continuent soit avec des fibres nerveuses à contours foncés, soit avec des cellules évidemment nerveuses; 2º qu'on n'est en droit de déclarer cellules nerveuses que les cellules qui sont unies à des fibres à contours foncés; et 3º qu'il faut ranger parmi les éléments non nerveux tous ceux qui se continuent avec les éléments de la pie-mère ou avec les cellules épithéliales des cavités internes. Mais comme, dans beaucoup de régions, ces preuves n'ont pas encore pu être fournies, il ne nous reste souvent, comme points de repère, que la forme, le volume, la conformation intérieure et le siége des parties, et l'on s'explique ainsi les interprétations divergentes relatives à une foule d'éléments, suivant les auteurs. Il faut considérer de plus, et sous ce rapport Deiters, en particulier, a fourni d'excellentes indications, que chez l'embryon les éléments qui composent le système nerveux central sont tous semblables, et que peu à peu une portion de ces éléments, en se développant, deviennent des parties indifférentes; suivant que ce développement aura fait plus ou moins de progrès, les éléments en question présenteront des caractères anatomiques et chimiques plus ou moins analogues à ceux des éléments nerveux, et c'est là ce qui souvent rendra la distinction plus difficile.

Je ferai remarquer aussi que le reticulum de l'encéphale et de la moelle est certainement d'une haute importance pour la pathologie, et que l'étude de ses dégénérescences, inaugurée par Virchow, conduira sûrement, aujourd'hui que sa structure est mieux connue, à des résultats intéressants. A ce point de vue, je voudrais encore attirer l'attention sur un point : en décrivant la substance de soutènement du système nerveux central comme un réseau cellulaire serré, je n'ai pas voulu nier d'une manière absolue l'existence d'une *substance interstitielle amorphe*, car je suis convaincu que, même dans l'encéphale et la moelle à l'état normal, cette substance se rencontre, mais seulement en petite quantité. *Dans les cas patholo-*

iques, cette substance interstitielle semble augmenter de quantité et devenir fibreuse, comme on peut s'en convaincre très-bien sur la membrane ventriculaire, qui généralement est pauvre en cellules et plus ou moins nettement fibreuse. Il en est de même, peut-être, du filament épendymaire de la moelle, et d'une portion de ses fibres, lorsque ces fibres prennent un certain développement, et aussi, à l'état pathologique, de la substance blanche et grise; mais les observations sur ce dernier point nous font défaut. Comme on rencontre également dans d'autres régions des réseaux de cellules conjonctives, tantôt avec beaucoup, tantôt avec peu de substance interstitielle, le réticulum du système nerveux central, s'il est vraiment constitué comme je viens de l'indiquer, ressemblerait parfaitement à ces réseaux. Et même si, dans l'encéphale, il se montrait du tissu conjonctif fibrillaire véritable, cette circonstance concorderait encore très-bien avec ce que nous savons sur d'autres régions.

§ 109. Connexions probables entre les éléments de la moelle épinière. — Plus la structure compliquée de la moelle épinière de l'homme se dévoile à nos yeux, plus s'accumulent les difficultés quand il s'agit de démontrer le mode d'union des éléments de cet organe. Dans l'état actuel de la science, alors qu'aucune des questions fondamentales, telles que la distinction des éléments conjonctifs et des éléments nerveux, les rapports qui unissent les cellules ganglionnaires entre elles et avec les fibres nerveuses, l'origine cérébrale et spinale des nerfs, n'a reçu de solution définitive, il serait plus que téméraire de se prononcer pour telle ou telle théorie. — Quel que soit l'intérêt qui s'attache, au point de vue physiologique, à l'étude de la structure d'une partie si importante du système nerveux, je ne crois pas que des hypothèses reposant sur des bases mal assurées puissent être profitables à la science. Je suis donc porté à m'abstenir de me prononcer sur cette question, et à m'en tenir pour le moment à cette proposition générale que *les nerfs de la moelle épinière naissent probablement en partie dans la moelle même, en partie dans l'encéphale, et que les cellules nerveuses sont tantôt des sources de fibres, et tantôt des moyens d'union entre les régions homologues ou différentes de la moelle.*

Il fut un temps où moi aussi je me laissais aller à l'idée qu'il est possible d'instituer, au sujet des connexions entre les divers éléments de la moelle, une hypothèse fondée jusqu'à un certain point sur l'observation. Mais plus j'ai approfondi l'anatomie fine de cet organe, plus s'est fortifiée en moi la conviction que le temps n'est pas encore venu de procéder dans cette direction avec une certaine assurance. Je crois, par contre, qu'il est du devoir de tout auteur appelé à se prononcer sur ces questions de soumettre à une critique aussi impartiale que possible, mais sévère, les opinions émises ; pour ce motif, je désire examiner les points les plus importants.

1° *Rapport entre le nombre des fibres nerveuses dans la région cervicale supérieure de la moelle et dans les nerfs périphériques.* Au point de vue de la connaissance des origines nerveuses, il est important de savoir si la portion la plus élevée de la région cervicale de la moelle renferme ou non autant de fibres nerveuses dans sa substance blanche que l'ensemble de tous les nerfs périphériques ; car, dans le premier cas, il est au moins possible que tous les nerfs spinaux proviennent de l'encéphale, fait qui ne saurait être admis facilement dans le second cas. Après que Volkmann se fut prononcé en faveur de la seconde alternative, moi-même, me fondant sur des mensurations de la moelle et des racines nerveuses, je formulai la proposition que la moelle cervicale contient assez de tubes nerveux pour que l'hypothèse de l'origine encéphalique des nerfs spinaux ne paraisse pas inacceptable de

prime abord. En même temps, je fis voir que la substance blanche de la moelle va en augmentant de bas en haut, et que les renflements sont dus principalement à une accumulation de substance grise. Ce dernier point est reconnu également aujourd'hui par les observateurs les plus récents, Schilling, Stilling, Bratsch et Ranchner; ils font remarquer seulement qu'au niveau des renflements, la masse de la substance blanche est plus considérable qu'immédiatement au-dessus d'eux. Mais ce fait est facile à comprendre quand on songe que les cordons blancs de ces renflements subissent un accroissement de volume momentané par le fait du passage des racines considérables des nerfs du membre supérieur et du membre inférieur. Mais Bratsch et Ranchner, et particulièrement Stilling, ont prétendu que, contrairement à mon opinion, la moelle cervicale contient beaucoup moins de tubes nerveux que les nerfs périphériques. Stilling, dont les recherches étendues m'occuperont seules ici, est d'accord avec moi relativement à l'étendue superficielle de la substance blanche de la moelle cervicale et des racines nerveuses. Il est arrivé cependant à un résultat final tout différent du mien, parce qu'il attribue aux tubes nerveux de la substance blanche de la moelle un diamètre beaucoup plus considérable que moi (dans tous les cordons 13-16 μ en moyenne ; d'après moi, 4,5 à 6,7 dans les cordons postérieurs et latéraux ; 6, 7 μ en moyenne, dans les cordons antérieurs), ce qui naturellement réduit leur nombre à un chiffre beaucoup trop faible pour couvrir tous les tubes des nerfs spinaux. De plus, Stilling a déterminé le nombre des tubes nerveux sur des petites surfaces de même étendue, prises dans les deux régions ; il a ainsi obtenu des résultats qui confirment également sa proposition, le nombre des tubes dans la moelle cervicale étant à celui des fibres des racines comme un est à deux. Relativement à ce dernier point, je m'abstiendrai pour le moment de me prononcer, d'autant plus que Stilling n'a pas dit sur combien de dénombrements il s'est fondé. Pour ce qui est du diamètre des fibres longitudinales des cordons blancs, chez l'homme, de nouvelles mensurations m'ont donné les mêmes résultats que précédemment, avec cette seule différence que je me suis convaincu cette fois de l'existence de tubes plus larges, ayant jusqu'à 13-16 μ de diamètre, tandis que j'avais autrefois donné comme limite extrême dans ce sens 10,8 μ. Ces gros tubes nerveux, cependant, sont si peu nombreux, relativement aux tubes plus minces, qu'ils ne modifient pas sensiblement mes évaluations, et que les assertions de Stilling, d'après lesquelles il y aurait partout des tubes de 13-16 μ de diamètre moyen, sont décidément erronées, ainsi que celle qui veut que dans les racines postérieures il n'existe point de tubes fins de 2,6 à 4,5 μ. Du reste, je n'examinerai pas davantage comment Stilling est arrivé à ces affirmations, et s'il n'avait sous les yeux que des tubes gonflés ou altérés d'une façon quelconque (je ferai remarquer seulement que Stilling a tort d'affirmer d'une manière générale que l'acide chromique n'altère point les éléments nerveux ; tout dépend ici, comme dans d'autres cas analogues, du degré de concentration de la solution), et cela particulièrement parce que *je n'accorde plus aujourd'hui à toute cette série de recherches la même valeur qu'autrefois*. En premier lieu, à supposer que Stilling fût fondé à dire que les nerfs spinaux renferment deux fois plus de fibres nerveuses que la moelle cervicale, il resterait toujours aux partisans de l'origine cérébrale des nerfs spinaux cet argument que peut-être les fibres nerveuses se bifurquent dans la moelle, d'autant plus que de telles bifurcations ont été observées par moi, par Hessling, et tout récemment par Deiters (p. 110) ; en second lieu, et c'est là mon motif principal, on ne saurait douter, à mon avis, que beaucoup de fibres des racines naissent dans la moelle, c'est-à-dire y sont unies à des cellules nerveuses. Il y a quelques années, Goll, ayant mesuré à son tour les fibres des cordons, arriva à des résultats qui dépassent encore ceux de Stilling, mais qui, selon moi, n'ont pas une valeur décisive, car il est évident qu'une moelle traitée d'après la méthode de Goll est peu propre à fournir des notions exactes sur le diamètre naturel des fibres.

2° *Connexions des cellules nerveuses entre elles et avec les fibres nerveuses.* — Tous les anatomistes modernes, à peu d'exceptions près, pensent que les cellules nerveuses

sont les points d'origine des tubes qui composent les nerfs spinaux et la substance blanche de la moelle, et qu'elles sont unies entre elles par certains de leurs prolongements; quelques-uns même vont si loin qu'ils décrivent très-explicitement ces rapports. Si l'on demande sur quels faits reposent ces assertions, la réponse est *très-modeste*. D'abord, en ce qui concerne *les fibres provenant des cellules nerveuses de la moelle, il est indubitable qu'il en existe*, et je serai certainement le dernier à nier l'existence, d'autant que j'ai peut-être le premier décrit et figuré de telles origines pour la moelle de la grenouille. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.* I, p. 144, pl. XI, fig. 7). D'autre part, je suis obligé de me prononcer catégoriquement contre tous ceux qui prétendent qu'il est facile d'observer ce mode d'origine, ou qui donnent même des détails précis sur les rapports des racines avec les cellules nerveuses. Je me suis beaucoup occupé de la moelle humaine, et j'ai recherché avec ardeur les origines des nerfs, et néanmoins je suis obligé de reconnaître que jamais je n'ai pu voir avec certitude un prolongement pâle d'une cellule se continuer avec une véritable fibre nerveuse à contours foncés. Je n'ai rien aperçu de semblable non plus chez les autres, et Stilling lui-même, qui m'a montré sa belle collection avec une extrême complaisance, n'a pas été en état de me présenter une telle origine. Je dois faire remarquer, toutefois, que les meilleures préparations de Stilling étaient alors à Göttingue, entre les mains de son dessinateur. Du reste, cet observateur, du moins à en juger par les communications qu'il a faites jusqu'ici, est en opposition avec ceux qui prétendent que la démonstration de ce mode d'origine des fibres nerveuses est en quelque sorte facile. Parmi les auteurs les plus récents, Goll reconnaît ouvertement qu'il n'a jamais pu suivre un prolongement de cellule dans une fibre à contours opaques ou dans un cylindre d'axe. De même, Clarke paraît ne pas avoir vu davantage cette continuité, et ne l'admettre que parce qu'il a pu suivre les prolongements de cellules dans les faisceaux radiculaires, dans les cordons antérieurs et dans les cordons latéraux. C'est aussi pour ces motifs seulement que J. Dean admet que les fibres nerveuses naissent de cellules, et *ce sont les mêmes faits qui m'ont porté depuis longtemps à admettre moi-même que certaines fibres nerveuses naissent dans la moelle*. Dans ces dernières années, les recherches de Deiters semblent avoir fait faire un véritable pas à ce difficile problème. Cet investigateur circonspect et soigneux, malheureusement trop tôt enlevé à la science, croit avoir découvert la loi qui règle les rapports entre les cellules et les fibres nerveuses dans les organes centraux ; il admet, comme il a été dit § 107, que ces rapports sont de deux espèces. En premier lieu, chaque cellule centrale émettrait un prolongement unique qui, sans se bifurquer, se continuerait simplement avec une fibre nerveuse à contours opaques, en s'entourant de substance médullaire. Deiters oppose ces *prolongements fibres nerveuses* ou *cylindres d'axe* aux prolongements ramifiés, qu'il appelle *prolongements du protoplasme*. Les premiers sont rigides, hyalins, plus réfractaires aux réactifs, à contours plus nets et plus foncés ; tandis que les derniers seraient formés de la même substance granulo-fibrillaire que les cellules elles-mêmes, du reste pâles, sans contours nets et plus délicats. Les prolongements du protoplasme, d'après Deiters, ne doivent pas être considérés, même dans leurs dernières ramifications, comme des fibres nerveuses commençant à l'état de cylindre d'axe ; mais ils fournissent latéralement, en général, de fines fibrilles spéciales, analogues à de véritables cylindres d'axe très-ténus, et que Deiters croit avoir vues se continuer avec des fibres nerveuses à contours foncés ; de sorte que chaque cellule nerveuse serait unie à des fibres nerveuses de deux manières différentes.

Les prolongements indivis des cellules multipolaires centrales, se continuant avec les fibres nerveuses, ont déjà été décrits en 1851, dans l'organe électrique de la torpille, par R. Wagner (*Gött. Nachr.*, n° 14), qui admet que généralement une fibre nerveuse, plus rarement deux, naît d'une cellule. Plus tard, Remak a affirmé plus nettement (*Deutsche Klinik*, 1855, n° 27) que les grosses cellules des cornes antérieures se continuent chacune avec une fibre radiculaire motrice par un seul prolongement, doué de propriétés chimiques et physiques spéciales. Ces pro-

longements indivis, en continuité avec des fibres nerveuses, ont enfin été reconnus par Clarke, Dean et moi ; car tous, en admettant que certaines fibres nerveuses naissent dans la moelle, nous fondions notre opinion sur ce fait, facile à observer sur beaucoup des cellules d'une coupe, que chacune d'elles envoie un prolongement indivis, soit vers le faisceau de fibres radiculaires de la corne antérieure, soit dans l'épaisseur des cordons latéraux ; mais nous ne parvînmes pas à élucider cette circonstance aussi complétement que l'a fait Deiters.

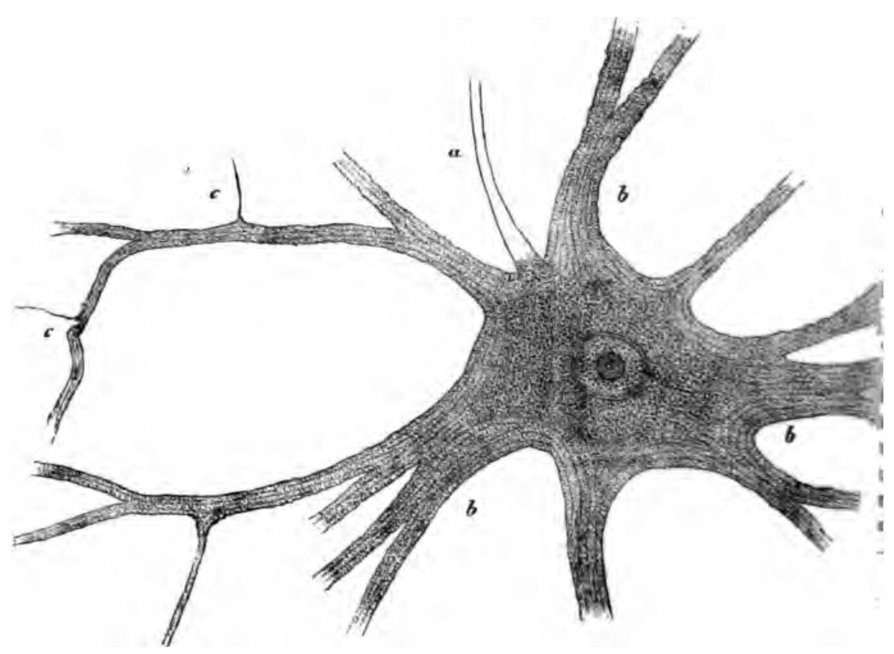


Fig. 193.

Dans ces derniers temps, j'ai repris cette question, et je suis maintenant en état, de même que M. Schultze (préface à Deiters, p. XIV) et Boddaert (*Bullet. de l'Acad. royale de Belgique*, 1865, t. XIX, n° 1), de confirmer les données de Deiters, relativement au prolongement indivis des cellules. Comme lui, je trouve constamment aux cellules multipolaires des cornes antérieures, chez l'homme, le veau, le bœuf, un prolongement unique spécial, différent des autres; cependant, sur des cellules très-fraîches, examinées avec du sérum, ou avec une solution d'albumine ou d'acide chromique très-dilué ($\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{10}$ de grain pour 1 once d'eau), ces prolongements ne m'ont pas paru aussi caractéristiques que le figure Deiters. D'après mes observations, je *ne puis mieux comparer ce prolongement fibre nerveuse qu'à un véritable cylindre d'axe*, c'est-à-dire qu'il est *homogène*, roide, à contours nets, mais à peine plus foncés que ceux des prolongements ramifiés, et un peu plus résistant que ces derniers. Dans la figure ci-contre, les particularités des deux espèces de prolongements n'ont pas été représentées complétement ; je ferai donc remarquer encore que les

Fig. 193. — Cellule nerveuse de la moelle fraîche du veau (corne antérieure), traitée par l'acide chromique très-dilué. Grossissement de 570 diamètres. — *a*, prolongement fibre nerveuse ; *b*, prolongements ramifiés, dont beaucoup ne sont pas représentés avec toute leur longueur ; *c*, rameaux latéraux très-ténus, qui, d'après Deiters, se continuent avec de fines fibres nerveuses à contours foncés.

foncés avec lesquels Deiters figure les prolongements fibres nerveuses, adaient véritablement à la réalité, devraient être mis au compte du réactif Il m'a été impossible de voir les prolongements fibres nerveuses se conec des fibres à contours foncés ; néanmoins, en présence des données posiR. Wagner et de M. Schultze sur la torpille, de celles de Remak et de ur les organes centraux des mammifères, et enfin des observations de lean et moi sur la situation relative de certains prolongements de cellule, ne me paraît plus possible à cet égard.

ns cette question, Deiters a montré un rare bonheur, il n'en a pas été pour ses recherches sur les prolongements du protoplasme, nom que, Schultze, je considère comme impropre, attendu que les prolongements rveuses naissent également du corps des cellules, et qu'à leur point de départ s sont généralement encore légèrement granuleux. D'abord Deiters ne nous aucun renseignement sur la signification des extrémités des *prolongements* en second lieu, son hypothèse relative aux filaments qui se détachent latédes prolongements ramifiés, d'après tout ce qu'il en dit, a l'air d'être encore e. Ces filaments se rencontrent bien certainement sur les prolongements rami-même je les avais représentés, il y a fort longtemps, dans diverses figures r. *Anat.* et les fig. 162, 173, 175 de la 4ᵉ éd.), et plus récemment (fig. 193, c); ne vois pas en quoi ces filaments se distinguent des autres ramifications, st par leur ténuité et par la grande qui en résulte. Je ne nie pas que ngements se continuent avec des rveuses foncées ; mais il est certain rs n'a pas prouvé le fait avec la désirable, et en second lieu il n'a montré que *les terminaisons des prots ramifiés ne se comportent pas de manière*. Dans ces conditions, on que l'hypothèse de Deiters relaà la signification différente (double) ches des prolongements ramifiés d'une base suffisante.

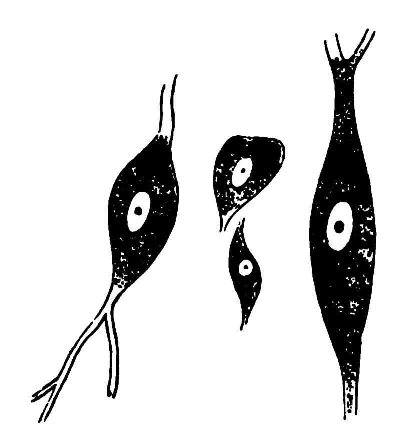


FIG. 194.

compléter l'exposé de nos cones au sujet des cellules nerveuses , nous devons faire remarquer u'il n'est nullement démontré que s cellules nerveuses répondent au Deiters. Cet anatomiste ne souype provisoirement que pour la moelle épinière, le bulbe, la protubérance velet (p. 66), et il a lui-même trouvé des régions où les cellules sont conifféremment, comme à l'origine du nerf pathétique (p. 91), où se voient les unipolaires, rarement bipolaires, à prolongements non ramifiés. Une part est due aussi aux cellules *bipolaires* (fig. 194), comme celles que j'ai dans ma *Mikr. Anat.* (fig. 126, 128, 132, 133, 137, 139, 141, 142, es plus remarquables de ces cellules, ayant la forme de fuseaux très-, se trouvent au pourtour des cornes postérieures de la moelle épinière ; le attentive m'a démontré que l'un de ces prolongements est toujours un ment fibre nerveuse, tandis que l'autre se ramifie à la manière ordinaire. les apolaires, dont j'ai figuré autrefois quelqus-unes provenant des organes , me paraissent aujourd'hui, d'après de nouvelles observations, n'être que les mutilées. Quant aux cellules unipolaires, observées par moi, comme

94. — Petites cellules des cornes de la moelle. Grossissement de 360 diamètres.

plus récemment par Deiters, leur étude ne me paraît pas assez avancée pour permettre un jugement définitif. — Enfin, je signalerai comme très-curieuses les cellules multipolaires de la rétine, dont chacune, d'après les observations de Corti et les miennes, se continue avec *plusieurs* fibres optiques variqueuses (fig. 195, et une autre à propos de la rétine.)

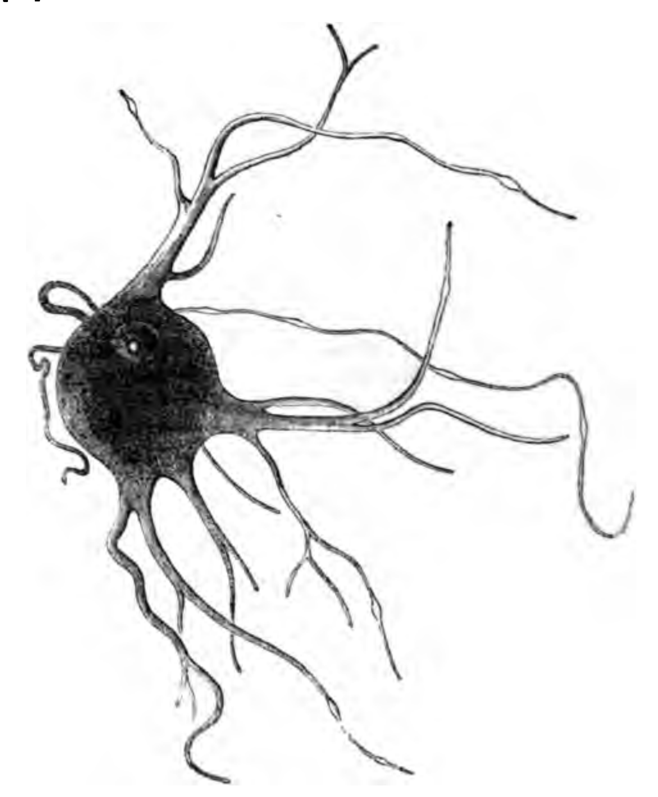


FIG. 195.

En second lieu, pour ce qui est des connexions entre les cellules nerveuses des organes centraux, il résulterait des opinions qui ont cours et des figures qu'on a données, que les cellules nerveuses sont unies entre elles par des prolongements simples, assez courts et d'un certain volume (voy. Lenhossek, pl. III, fig. 1; R. Wagner, in Ecker's *Icon. phys.*, t. XIII; Dean, *Lumbar enlargement*, fig. 1-7), et outre ces auteurs, les anastomoses en question ont été décrites par Stilling et Schrœder van der Kolk, et plus récemment par Voogt, Luys, Beale, Roudanowsky, Marcusen et Besser. Quant à moi, l'examen d'un grand nombre d'excellentes coupes qui m'appartiennent en propre, ainsi que celui des préparations de Stilling, Goll, Clarke, Schrœder van der Kolk et Lenhossek, et d'une multitude de cellules isolées, ne m'a point permis d'apercevoir ces anastomoses, et je suis heureux de pouvoir dire que Goll et Deiters m'ont fait la même déclaration. Si J. Dean assure que sur chaque section tant soit peu réussie de la moelle des mammifères, on peut voir quelques-unes de ces

FIG. 195. — Cellule nerveuse de la rétine de l'éléphant, dont les prolongements se continuent avec des fibres optiques. D'après Corti. — Grossissement de 400 diamètres.

nastomoses, je ne puis m'empêcher d'affirmer que cette assertion est loin d'être ustifiée, et je me vois obligé de déclarer que les dessins qu'a donnés cet anatomiste reposent sur des illusions. Les figures de Lenhossek sont purement schématiques et e répondent en rien à ce qui existe dans la nature ; j'ai fait remarquer depuis longtemps que les anastomoses entre cellules, si elles existent telles qu'on les décrit, ne peuvent être que très-rares, attendu qu'il est certain que l'immense majorité des cellules, outre les prolongements fibres nerveuses, ne présentent que des prolongements ramifiés à l'infini. Comme Stilling, Goll et Clarke ont confirmé plus ou moins explicitement l'existence de ces fines ramifications terminales, que j'ai signalées déjà n 1850, et que récemment Deiters a décrites avec un soin extrême, il se pourrait bien que la doctrine actuelle des anastomoses entre cellules, doctrine qui a pris place même dans les manuels d'histologie et de physiologie, tombât dans l'oubli. Ce n'est pas à dire que je prétende nier les anastomoses par l'intermédiaire de prolongements courts et d'un certain volume, car j'admettrais volontiers que quelques-unes des données qui nous ont été fournies, celles de R. Wagner, par exemple, de Besser et autres reposent sur de très-bonnes observations ; et à cette occasion je rappellerai que des anastomoses analogues entre cellules multipolaires ont été observées il y a longtemps par Corti (*Zeitschr. f. w. Zool.*, V, pl. V), et par moi (*Geweb.*, 3ᵉ éd., fig. 332) dans la rétine. Il est à remarquer cependant que *des connexions de cette nature ne sont peut-être autre chose que des phases de développement des cellules*, attendu que des cellules nerveuses en voie de scission avec de courtes anastomoses ont été observées dans les ganglions de jeunes animaux par Remak, Valentin, Schaffner et moi ; du reste, Beale envisage également de cette façon ce qu'il appelle des anastomoses. — Outre ces connexions entre les cellules nerveuses, il y en a peut-être d'habituelles entre *les plus fins prolongements de leurs rameaux* ; mais jusqu'ici les faits manquent sous ce rapport, et l'idée de ces connexions, dans l'état actuel de la science, ne saurait être considérée que comme une hypothèse, justifiée, il est vrai, par les besoins de la physiologie.

3° *Connexions des tubes nerveux de la moelle.* — A ce point de vue, il est établi : a, *que les cordons blancs envoient de toutes parts, dans la substance grise, de nombreuses fibres qui se perdent dans cette substance, soit immédiatement, soit, comme dans les cordons antérieurs, après entrecroisement préalable ;* b, *qu'un grand nombre de fibres des racines, après s'être amincies, échappent à la vue dans la substance grise.* Parmi ces dernières, nous ferons remarquer particulièrement : 1° *des fibres des racines postérieures qui vont dans les cornes grises antérieures, et paraissent se continuer avec les racines antérieures* (Stilling, Clarke, moi) ; 2° *des fibres de l'une et l'autre espèce de racines qui passent du côté opposé, à travers les commissures ;* 3° *des fibres des racines postérieures qui pénètrent dans les noyaux dorsaux de Stilling, et des fibres qui, de ces noyaux, se dirigent vers les cordons latéraux.* Quelques-unes de ces fibres radiculaires passent-elles directement de la substance grise dans les cordons blancs, pour s'élever vers le bulbe ? Cette question n'est pas encore décidée. Je croyais autrefois pouvoir admettre la chose, et aujourd'hui encore je dois attirer l'attention sur les faits suivants. Il est indubitable que les cordons antérieurs fournissent à la commissure antérieure des fibres qui s'entrecroisent, et aussi qu'une portion des racines antérieures passent dans la commissure antérieure. Or, dans certains cas, je crois avoir constaté une continuité directe entre ces deux espèces de fibres. J'ai vu de même des fibres des racines antérieures, après avoir traversé la substance grise, passer directement dans les cordons latéraux, et des fibres des racines postérieures, après avoir traversé la substance gélatineuse, se joindre aux cordons postérieurs et latéraux. Je dois avouer cependant que toutes ces observations ne sont pas encore complétement démonstratives, puisqu'il *m'a toujours été impossible de suivre les fibres sur un long trajet, et de fournir la preuve qu'elles ne passent pas de nouveau, plus tard, des cordons blancs dans la substance grise.* Aussi ne combattrai-je pas davantage l'opinion de Stilling, qui nie absolument que des fibres radiculaires s'élèvent directe-

ment vers le bulbe, mais à la condition qu'il reconnaisse lui-même qu'il est aussi peu en état de démontrer que ce fait n'a pas lieu.

Stilling et dernièrement aussi J. Dean ont prétendu qu'il y a continuité entre certaines fibres des racines antérieures et postérieures, ce que le premier de ces auteurs explique en disant que ces fibres naissent dans les ganglions spinaux, et passent par les racines postérieures dans les racines antérieures; mais cette continuité ne me paraît point établie aussi nettement qu'il le faudrait pour un fait de cette importance. Je ferai remarquer, en outre, que dans les ganglions spinaux des mammifères, il n'existe point, à ma connaissance, de fibres centripètes naissant des cellules, que les nerfs efférents de ces ganglions sont généralement plus volumineux que les nerfs afférents, ce qui est évidemment en opposition avec l'hypothèse de Stilling, et enfin que Clarke a vu une partie de ces fibres se recourber en arrière et rejoindre les cordons antérieurs. (Voy. son deuxième mém., pl. XXIII.)

Si l'on essaye de se faire une idée du trajet des fibres dans la moelle, en se basant sur les faits démontrés jusqu'ici, le tableau ne peut être que fort incomplet, et ce serait s'aventurer que d'essayer de le compléter au moyen d'hypothèses. Depuis longtemps j'ai prêché la circonspection, et c'est aussi dans ce sens que s'est exprimé l'observateur qui, dans ces derniers temps, a étudié avec le plus de soin la structure intime de la moelle (Deiters, p. 113-136, 132-148). Renvoyant à l'ouvrage mentionné ci-dessus tous ceux qui voudront se rendre un compte exact des difficultés que présente ce sujet, je me bornerai ici aux considérations suivantes :

a. Les prolongements fibres nerveuses des cellules se continuent, soit avec des racines sensitives ou motrices, soit avec les fibres longitudinales des cordons de la moelle. — Cette dernière proposition est révoquée en doute par Deiters ; mais j'ai pu suivre manifestement, assez avant dans les cordons latéraux, des prolongements simples de cellules que je ne saurais interpréter autrement.

b. Une portion des fibres des cordons de la moelle paraissent se prolonger directement dans les fibres radiculaires, une autre portion ne leur est unie que par l'intermédiaire de cellules nerveuses. Rien ne prouve jusqu'ici que les prolongements ramifiés des cellules se continuent avec des fibres radiculaires.

c. Dans tous les cas, les prolongements ramifiés des cellules ne sont pas *tous* en continuité simple avec les fibres des cordons, de telle sorte, par exemple, que chaque ramuscule terminal d'un prolongement deviendrait une fibre à contour foncé d'un cordon, attendu que le nombre des rameaux terminaux des prolongements de cellules dépasse de beaucoup celui des fibres des cordons. Il serait possible, au contraire, que quelques-uns de ces prolongements se continuassent avec des fibres des cordons, ou que constamment un grand nombre de prolongements provenant d'une ou de plusieurs cellules s'unissent en une seule fibre des cordons (c'est-à-dire avec le cylindre d'axe de cette fibre). A l'appui de cette dernière hypothèse, on pourrait citer les cas, rares il est vrai, où l'on a vu des cylindres d'axe et des tubes nerveux de la moelle se bifurquer.

d. L'anastomose entre les prolongements ramifiés de cellules différentes n'est démontrée par aucun fait d'observation, mais elle est extrêmement vraisemblable, et elle donne la solution la plus simple du problème du nombre immense de ces prolongements, ainsi que la meilleure explication de la grande conductibilité de la substance grise, et des mouvements réflexes. L'union des cellules entre elles pourrait avoir lieu, soit par les prolongements eux-mêmes, soit par l'intermédiaire de tubes à contours foncés. Dans la rétine, Corti a vu des cellules anastomosées ensemble par des prolongements *variqueux* analogues à des fibres optiques ; dans ce dernier cas, on aurait aussi l'explication des nombreux tubes fins qui se rencontrent dans la substance grise.

On voit fréquemment, dans la moelle, des fibres nerveuses et des prolongements de cellule passer d'une des moitiés de l'organe dans l'autre, en traversant l'une ou l'autre commissure ; mais les connexions des fibres entrecroisées ne sont pas encore nettement déterminées.

L'hypothèse la plus simple qu'on puisse formuler, en se fondant sur les faits que nous venons de mentionner, est la suivante :

1° Les fibres des racines motrices et sensitives ont leur origine (terminaison), soit dans la moelle, soit dans l'encéphale, y compris le bulbe.

2° Les fibres radiculaires qui naissent de la moelle proviennent des prolongements fibres nerveuses des cellules ; il existe des cellules motrices et des cellules sensitives distinctes.

3° Dans chaque moitié de la moelle, toutes les cellules de même espèce sont unies entre elles par leurs prolongements ramifiés, formant probablement un réseau ; ces cellules, néanmoins, constituent un certain nombre de segments (noyaux), qui dans tous les cas répondent au nombre des racines, mais qui probablement sont plus nombreux qu'elles.

4° Les cellules sensitives et les cellules motrices, et aussi les cellules de la moitié droite et de la moitié gauche de la moelle, sont unies de la même façon par des anastomoses.

A supposer que l'idée de ces anastomoses soit exacte, on peut les concevoir tout aussi bien comme s'opérant par des prolongements ramifiés des cellules n'ayant subi aucune modification, que par des prolongements qui auraient revêtu préalablement, en partie ou en totalité, la nature de fibres à contours opaques.

6° Les cellules, qui représentent l'origine et la terminaison des fibres radiculaires, sont unies à l'encéphale par des fibres de transmission spéciales, qui probablement cheminent toutes dans les cordons blancs.

7° Comme le nombre des fibres de transmission paraît être inférieur à celui des fibres radiculaires, il est probable que chaque fibre de transmission répond à un groupe de cellules nerveuses et de fibres radiculaires.

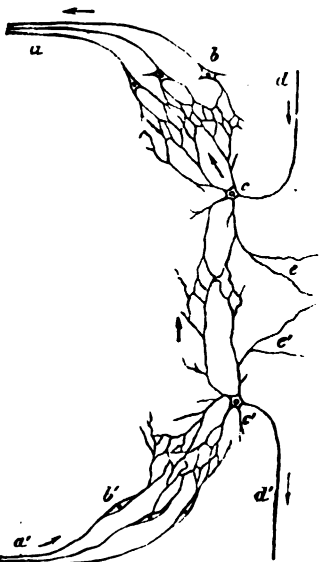


FIG. 196.

8° Les fibres de transmission sont, d'après toutes les apparences, de même que les fibres radiculaires, la continuation des prolongements fibres nerveuses.

S'il en est ainsi, comme aucune cellule ne fournit deux prolongements fibres nerveuses, il faut admettre des cellules spéciales pour les fibres de transmission, et ces cellules de transmission serait applicable ce qui a été dit sous la rubrique 4 des anastomoses d'avant en arrière et de droite à gauche. En outre, il pourrait y avoir beaucoup de cellules qui serviraient simplement de moyen d'union, et qui ne seraient unies ni à des fibres radiculaires, ni à des fibres de transmission.

Comme la structure de la moelle est d'un haut intérêt physiologique et pathologique, je me permettrai encore de rendre plus facile à saisir l'hypothèse ci-dessus énoncée au moyen de la figure schématique ci-contre (fig. 196), dans *laquelle toutefois ne sont pas représentées les fibres non interrompues par des cellules.*

C'est ici le lieu de donner quelques détails sur les *recherches de l'école de Dorpat*, instituées sous la direction de Bidder, sur la moelle des poissons et de la grenouille,

FIG. 196. — Figure schématique représentant les connexions entre les cellules et les fibres nerveuses de la moelle. — *a*, fibres radiculaires motrices; *b*, cellules motrices des cornes antérieures ; *c*, cellules de transmission motrices ; *d*, fibres de transmission motrices ; *e*, prolongements servant à unir les deux moitiés de la moelle. Toutes les cellules sont unies entre elles par des réseaux formés par leurs prolongements ramifiés : *a'*-*e'* désignent les parties sensitives correspondantes.

attendu que ces recherches ont exercé une grande influence sur les opinions des anatomistes modernes. D'après les auteurs de cette école, la moelle, chez ces animaux, est constituée suivant des lois très-simples. La substance grise ne contient que du tissu conjonctif et les grosses cellules ganglionnaires que nous connaissons. Chacune de ces cellules a quatre prolongements, dont deux se continuent avec les tubes des racines antérieures et postérieures, le troisième servant à unir deux cellules entre elles, et le quatrième, qui établit les connexions entre les cellules et l'encéphale, passant dans les cordons blancs, où il devient une fibre à contours foncés. Cette description, frappante de simplicité, mais aussi extrêmement surprenante, en ce qu'elle n'admet qu'un seul ordre de fibres de transmission pour les mouvements et pour la sensibilité, est essentiellement incomplète et erronée, ainsi que nous l'avons montré, Stilling et moi, car, 1° les auteurs de la doctrine n'ont pas vu que la substance grise, outre les grosses cellules nerveuses, renferme, même chez la grenouille, *un très-grand nombre* de véritables tubes nerveux ; 2° il est certain, à mon avis, que la substance grise, chez la grenouille du moins, renferme, outre les grosses cellules, une infinité de petites cellules multipolaires ; 3° d'après les observations de Bidder, les commissures entre les grosses cellules nerveuses de l'une et l'autre moitié de la moelle font défaut, tandis qu'il résulte des recherches de Stilling et des miennes qu'il existe chez les poissons et chez les grenouilles de véritables commissures antérieures et postérieures, formées de tubes nerveux à contours foncés, et enfin, 4° les grosses cellules nerveuses ne possèdent pas, du moins chez la grenouille, que des prolongements simples, se continuant immédiatement avec des tubes nerveux ; on y trouve aussi, au contraire, comme chacun a pu s'en assurer facilement sur les belles préparations colorées par la méthode de Gerlach, des cellules ramifiées à l'infini, semblables à celles qui ont été mentionnées ci-dessus à l'occasion des mammifères. Dans ces conditions, l'hypothèse de Bidder et de ses élèves sur le trajet des fibres de la moelle ne peut se soutenir, et toutes les généralisations de cette école sont réduites à néant, proposition qui trouve également des arguments favorables dans les recherches nouvelles entreprises par Mauthner, puis par Reissner, et par ses élèves Traugott et Stieda.

Pour terminer, mentionnons encore quelques détails tout spéciaux. Jacubowitsch divise les cellules nerveuses de la moelle en trois groupes : les *cellules motrices*, les *cellules sensitives* et les *cellules sympathiques*. La remarque que certaines grosses cellules du système nerveux central sont unies aux nerfs moteurs, que les petites cellules sont en rapport avec les phénomènes sensitifs et psychiques, cette remarque n'a rien de nouveau (voy. *Mikr. Anat.*, II, p. 542); mais personne, jusqu'ici, n'a osé parler de cellules sympathiques. Comme Jacubowitsch ne fournit aucune espèce de preuves à l'appui de son hypothèse, je renverrai simplement à son mémoire. — Tous les observateurs les plus récents (particulièrement Stilling, Clarke, moi, Schilling, etc.) font mention de fibres nerveuses *qui s'étendent horizontalement de la substance grise dans les cordons blancs*. Autrefois Stilling les considérait comme des fibres grises spéciales ; mais depuis que nous avons démontré, moi (*Mikr. Anat.*, p. 427) et Clarke (deuxième sect., p. 350), que ces fibres se recourbent pour devenir longitudinales et se joindre aux éléments des cordons blancs, Stilling s'est rallié à notre manière de voir. Or, voici que Lenhossek décrit de nouveau un système particulier de fibres *radiées*, qui, émergeant de toutes parts et en nombre considérable de la substance grise, traversent les cordons blancs dans une direction obliquement ascendante, pour se répandre dans la pie-mère, où elles constituent les plexus de Purkynè. Depuis longtemps Bochdalek avait avancé, à propos du bulbe, que de fines fibres nerveuses passent directement du système nerveux central dans la pie-mère ; mais il a été démontré par Remak et par moi que les racines postérieures sont la source principale des nerfs de la pie-mère. Or, comme la description que donne Lenhossek des éléments] histologiques des fibres radiées est loin d'inspirer une grande confiance, il sera peut-être permis de considérer ces fibres comme formées de tissu conjonctif, jusqu'à preuve du contraire. Par contre, on ne saurait guère douter de la nature nerveuse des fibres transversales décrites par Rüdinger

(*Verbr. d. Symp. in der animalen Rœhre*, 1863, p. 78) et par Frommann (*Anat. d. Rückenm.*, 1864, p. 75), et qui du plexus nerveux de la pie-mère passent dans la moelle. Je considère ces fibres comme des nerfs vasculaires, analogues à ceux qu'on trouve dans l'encéphale (voy. plus bas).

§ 110. **Bulbe rachidien.** — En donnant ici au bulbe rachidien pour limites, comme on fait habituellement, le commencement de l'entrecroisement, d'une part, et la protubérance, d'autre part, je ne veux pas dire qu'il se fait subitement dans la protubérance un changement radical des dispositions anatomiques ; il est, au contraire, certain que là aussi il se trouve de la substance blanche et de la substance grise, coordonnées d'après le type du bulbe. Mais il n'en convient pas moins d'établir une séparation entre les deux organes, attendu que les fibres transversales de la protubérance, avec la substance grise qui existe dans son épaisseur, déterminent une modification notable dans la texture des parties.

Le *bulbe rachidien* est, à la vérité, la continuation directe de la moelle épinière, et diffère peu, au commencement, des portions supérieures de cet organe : il s'en distingue néanmoins, même à une observation superficielle : 1° parce qu'il renferme des masses de *substance grise qui n'ont point de connexions directes avec les nerfs émergents*, telles que les olives, les olives accessoires, les noyaux pyramidaux, etc.; 2° parce qu'on y rencontre des *systèmes considérables de fibres horizontales et obliquement ascendantes dont une portion notable s'entrecroisent*, et 3° parce qu'on y trouve des catégories spéciales de fibres qui relient le bulbe aux autres parties de l'encéphale, notamment au cervelet. L'observation microscopique démontre qu'il y a probablement d'autres différences, et surtout celle qui consiste en ce que beaucoup de fibres des cordons de la moelle se terminent dans les noyaux gris du bulbe, d'où partent ensuite de nouveaux systèmes de fibres conductrices vers les organes situés plus haut.

Pour exposer aussi clairement que possible la structure compliquée du bulbe, il me paraît rationnel de décrire d'abord la distribution et la disposition de la substance grise et de la substance blanche, et de n'étudier qu'ensuite les connexions probables de ces deux substances l'une avec l'autre.

§ 111. **Distribution de la substance grise et de la substance blanche dans le bulbe rachidien.** — La disposition des deux substances nerveuses est tellement différente aux diverses hauteurs du bulbe, qu'il est nécessaire de diviser cet organe en trois segments, dont le premier comprendra l'entrecroisement des pyramides ; le second, la portion qui, de cet entrecroisement, s'étend au calamus scriptorius, ou la région où le canal central s'ouvre à l'extérieur ; et le troisième, tout ce qui est situé plus haut, jusqu'à la protubérance, et renferme en grande partie les olives.

I. *Région de l'entrecroisement des pyramides.*

Les particularités de cette région seront parfaitement mises en relief

par une section transversale, comme celle que représente la fig. 197. Dans la moitié antérieure ou motrice, l'entrecroisement des pyramides *b* joue le rôle principal. Les faisceaux entrecroisés *p* prennent, de chaque côté du sillon longitudinal antérieur, peu profond à ce niveau, la place occupée précédemment par les cordons antérieurs, avec lesquels les fibres entrecroisées se mélangent intimement pour la plupart, et se présentent ici, en général, dans le sens de leur longueur. Ce n'est que vers la surface et sur les côtés qu'on les voit aussi sous la forme de sections transversales, dont une portion, toutefois, appartient aux cordons antérieurs. Du fond du sillon antérieur, les fibres représentées dans cette section, entrecroisées par petits faisceaux, s'étendent en masses serrés jusqu'à la région du canal central, qui, dans ce cas, était oblitéré; ces fibres, dont le diamètre est partout inférieur à celui des fibres des cordons antérieurs, se perdent dans la substance grise située en arrière et sur les côtés du canal central.

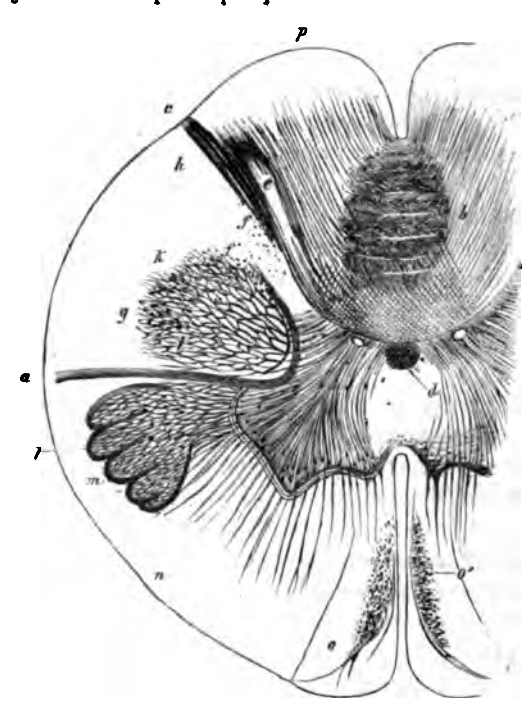


Fig. 197.

Fig. 197. — Section transversale de la portion inférieure de l'entrecroisement des pyramides, chez l'homme. — Grossissement de 18 diamètres. — *a*, accessoire de Willis.; *b*, entrecroisement des pyramides; *c*, racines antérieures de la première paire cervicale; *d*, canal central oblitéré; *e*, portion des cordons antérieurs de la moelle, qui ne renferme que peu de fibres pyramidales; *f*, noyau cellulaire de la corne antérieure pour le premier nerf cervical; *f'*, noyau de l'accessoire dans la même corne antérieure; *g*, portion postérieure et externe du cordon latéral, renfermant des fibres longitudinales assez volumineuses; *h*, portion antérieure et externe du même cordon, renfermant beaucoup de fibres fines et peu de tubes larges; *i*, noyau du cordon latéral à grosses cellules; *k*, cellules nerveuses plus petites, un peu disséminées. En dedans de *k* et *i*, la portion interne du cordon latéral est traversée par de nombreuses fibres horizontales (formation réticulaire), qui passent dans les pyramides; *l*, tête de la corne postérieure; *m*, fines fibres longitudinales, sur le côté externe de celle-ci (faisceau latéral); *n*, cordon restiforme, qui renferme de nombreuses fibres horizontales allant vers l'entrecroisement des pyramides, mais point de cellules; *o*, cordon grêle, présentant un noyau gris spécial (noyau postpyramidal Clarke). Dans la substance grise, on voit les fibres pyramidales aller des cordons postérieurs et latéraux vers la région de la décussation; en outre, dans la portion postérieure (col de la corne postérieure), on trouve une couche continue de cellules nerveuses sur la limite des cordons, où il y a aussi des fibres arciformes. En avant, deux veines, sur les côtés du canal central.

A l'aide de forts grossissements, on peut cependant les suivre facilement jusqu'aux cordons postérieurs et latéraux, et démontrer qu'elles proviennent de l'intérieur de ces cordons. Les cordons antérieurs, dont la portion située en dedans des racines motrices s'est réduite à un petit volume dès au-dessous de l'entrecroisement des pyramides, disparaissent presque complétement comme parties distinctes dans la région de l'entrecroisemen, en se mêlant aux fibres entrecroisées; ce qui en reste, notamment leurs portions postérieures, qui se distinguent par des éléments plus fins, est refoulé sur les côtés et en arrière par les fibres des pyramides et apparaît en *e* sous l'aspect d'une bande longue et étroite, à contours peu distincts, formée de fibres divisées en travers, tout contre la face interne des dernières racines du premier nerf cervical. Ces racines, disposées comme toutes les autres, mais situées plus en dehors, gagnent la substance grise et se perdent dans la corne antérieure *f f'*, encore parfaitement distincte, mais étroite et renfermant les grosses cellules *f* que l'on connaît. D'un autre groupe de cellules analogues, *f'*, situé plus en dehors, naissent les racines inférieures de l'accessoire, *a;* ces racines, dont l'une est visible dans tout son trajet, se dirigent d'abord en arrière, puis directement en dehors, et sont remarquables par le fort calibre de leurs tubes nerveux. C'est dans l'intervalle qui existe entre les racines antérieures du premier nerf cervical et les racines de l'accessoire, qu'il faut chercher les cordons latéraux de la moelle, qui, il est vrai, sont maintenant autrement conformés que dans la moelle (*gh*). La principale différence tient à l'apparition de *nouvelles quantités de substance grise*, dans l'intérieur de ces cordons et à la présence de *nombreuses fibres nerveuses transversales* dans leur portion interne. La substance grise se montre: 1° sous la forme d'un amas de grosses cellules (*i*) dans la portion interne et postérieure du cordon latéral, immédiatement en avant de l'accessoire, amas auquel je donnerai le nom de *noyau des cordons latéraux;* 2° sous la forme de nombreuses cellules plus petites, disséminées en avant et en dehors de la corne antérieure. Au niveau de ces cellules, et aussi dans toute la moitié interne des cordons latéraux, la substance blanche de ces cordons est dissociée d'une manière toute spéciale, et divisée en une foule de petits faisceaux irréguliers, circonstance qui dépend en partie de la présence de la substance grise, mais qui tient principalement à l'existence de nombreux petits faisceaux nerveux horizontaux, unis entre eux en réseau, qui naissent dans ces cordons et, comme il a été dit, vont gagner l'entrecroisement des pyramides. Tandis que la portion interne des cordons en question, ou le *tractus intermedio-lateralis* de Clarke, représente ainsi une production réticulée, la *formatio reticularis* de Deiters, la portion externe de ces cordons se compose simplement de fibres longitudinales, dont les unes ont encore le même diamètre que les parties correspondantes de la moelle, et dont les autres sont conformées différemment. Ce qui est surtout remarquable, c'est le petit nombre de tubes larges qu'on rencontre dans les portions situées en dehors des racines antérieures du premier nerf cervi-

cal; ces tubes ne se voient qu'isolés entre des masses énormes de fibres fines. On ne trouve aussi que des tubes fins dans les faisceaux longitudinaux et transversaux de la formation réticulée, tandis que la moitié postérieure de cette portion externe des cordons latéraux est conformée comme dans la moelle, et contient principalement de grosses fibres nerveuses.

Dans sa moitié postérieure, la portion inférieure du bulbe présente comme particularité la plus remarquable la situation *latérale* de cette portion de la corne postérieure qui précédemment se trouvait tout en arrière, et que Clarke a nommée *caput cornus posterioris*. Cette masse grise (*l*) forme un corps arrondi ou piriforme, relativement très-volumineux, de couleur claire, parfois comme lobulé, et situé dans ce qu'on appelle le *faisceau latéral*, lequel commence lui-même à devenir distinct; elle s'étend jusqu'au voisinage de la surface, et a été désignée par Rolando sous le nom de *tubercule cendré*. Cette *tête de corne postérieure* renferme un certain nombre de cellules nerveuses plus ou moins grosses et une grande quantité de substance conjonctive, qui lui donne l'aspect de la substance gélatineuse, dont elle ne peut cependant être considérée comme l'unique prolongement; elle contient enfin de nombreuses fibres nerveuses longitudinales et transversales, de l'espèce fine et très-fine. Les premières se trouvent en partie au centre de cette masse grise, en partie vers son bord interne qui se continue sans limite distincte avec la formation réticulaire; les éléments transversaux, au contraire, se rencontrent sous la forme de fortes traînées dans son intérieur, et comme encadrement à son bord antérieur et postérieur. De ces éléments, les derniers appartiennent encore en partie aux racines sensitives les plus élevées du premier nerf cervical; en général, toutefois, ils semblent devoir être rangés parmi les fibres horizontales qui servent à la formation des pyramides; du moins voit-on nettement de semblables éléments émerger de la face interne de la *tête de corne postérieure*. Nulle part on ne rencontre à ce niveau, dans le faisceau latéral, de la substance blanche en masse fibreuse longitudinale continue, si ce n'est au côté externe de la *tête de corne postérieure*, où se voit une zone étroite, uniformément large, *m*, composée de fibres nerveuses fines.

Le reste de la substance grise des cornes postérieures (*cervix cornus posterioris*, Clarke), avec la commissure grise, prend au commencement du bulbe une forme particulière et un développement dont la figure 197 donne une très-bonne idée. Dans cette substance grise se trouvent, le long des cordons postérieurs, de nombreuses cellules nerveuses de grosseur moyenne, et dans les autres points des cellules isolées de divers volumes. Le surplus est constitué par une grande quantité de substance conjonctive et par de nombreuses fibres horizontales, qui, se recourbant en arcs de cercle de divers rayons, vont rejoindre et fortifier les fibres des pyramides. Toutes ces fibres proviennent des cordons postérieurs du même côté, où l'on peut les suivre plus ou moins loin, quelquefois jusqu'au

voisinage de la surface externe. D'ailleurs ces cordons ne méritent plus guère le nom qu'ils portent dans la moelle, car ils sont maintenant divisés en deux parties, le *cordon grêle* (*o*) et le *cordon restiforme* (*n*), dont le premier est la continuation directe du cordon cunéiforme de Goll, et ils contiennent *une substance grise particulière*, qu'on ne peut rattacher aux cornes postérieures de la moelle. Cette substance grise, composée de cellules petites et moyennes, se montre d'abord dans le cordon grêle (*o'*) et doit être appelée *noyau du cordon grêle* (*postpyramidal nucleus*, Clarke); ce n'est que plus tard qu'apparaît le noyau du faisceau cunéiforme, (fig. 198), que Clarke appelle *restiform nucleus*. — La substance blanche des cordons restiformes et grêles forme à leur surface une couche continue, dans laquelle on ne rencontre plus de grosses fibres analogues à celles qu'on voit même dans les cordons postérieurs de la moelle; de plus, on trouve une grande quantité de fibres longitudinales entre les fibres horizontales des deux cordons, sans qu'il en résulte cependant une disposition réticulée particulière, attendu que les fibres horizontales affectent plutôt une direction radiée. Du reste, ces fibres horizontales, dans des régions analogues à celle qui est représentée fig. 196, sont un peu différentes dans les deux cordons. Celles qui proviennent du faisceau grêle varient en largeur; les plus fines ont le même calibre que les éléments longitudinaux de ce cordon; celles qui sont plus grosses ressemblent aux gros prolongements des cellules contenues dans ce cordon, avec lesquels elles se continuent manifestement. Dans le faisceau cunéiforme, aussi longtemps qu'il ne renferme pas de cellules, toutes les fibres horizontales qui se dirigent vers l'entrecroisement des pyramides, présentent le même calibre restreint que les fibres longitudinales de ce cordon.

Il résulte de ce qui précède que les particularités essentielles suivantes distinguent ce premier segment du bulbe, dont la formation graduelle aux dépens des éléments de la moelle peut être parfaitement étudiée sur les figures données par Stilling et par Clarke : 1° l'apparition de l'entrecroisement des pyramides; les fibres de ces pyramides, dont les racines, en partie unies en réseaux, divisent les fibres longitudinales en petits faisceaux (formation réticulaire) proviennent des cordons latéraux et postérieurs, et aussi de la tête de corne postérieure; 2° l'apparition de nouveaux amas de substance grise qui ne peuvent être rattachés à ceux de la moelle épinière, c'est-à-dire des noyaux des cordons latéraux, des faisceaux grêles et cunéiformes; 3° la diminution des gros tubes longitudinaux de la plupart des cordons, à la place desquels se montrent des fibres fines; 4° la division de la substance grise postérieure en deux segments, dont l'un prend une position spéciale.

II. La deuxième portion du bulbe, étendue de la fin de l'entrecroisement à l'origine du sinus rhomboïdal, présente, malgré sa faible étendue, deux segments distincts, dont l'un renferme le commencement des olives, tandis que l'autre ne présente rien de semblable. On trouvera dans Stilling (*Med. obl.*, pl. IV, fig. 2) une très-bonne figure du premier segment,

et dans Reichert (*Bau des menschl. Gehirns,* 2e sect. pl. I, fig. 8-9) un dessin qui représente ce segment sur une échelle plus petite. Le second segment est représenté dans la figure 198, à laquelle je rattacherai ma description. La masse considérable de substance grise continue qui existait plus bas, s'est réduite à un petit noyau polyédrique, aplati transversalement, qui entoure le canal central, et qu'occupe avec lui la moitié postérieure de la moelle. Au-devant du canal central se voient deux amas de grosses cellules nerveuses multipolaires, dans lesquels pénètre le nerf hypoglosse (XII) (*noyau de l'hypoglosse,* Stilling), amas qui répondent manifestement aux cellules motrices des cornes antérieures de la moelle et en sont le prolongement. De même, on trouve en arrière du canal central deux amas analogues de cellules un peu plus petites, (*noyaux de l'accessoire*, Stilling), vers lesquels se dirigent presque en ligne droite les racines supérieures du spinal (XI), cellules qui semblent correspondre à la substance grise postérieure du premier segment du bulbe. Quant aux autres parties, je signalerai d'abord la substance grise : de même que plus inférieurement, on trouve des amas de cellules dans le cordon grêle, où ils sont moins remarquables, dans le cordon restiforme, où ils forment plusieurs masses compactes, et dans le faisceau latéral, qui présente encore toujours la tête de corne postérieure. Le noyau des cordons latéraux (*g*), en avant de l'accessoire, ne fait pas non plus défaut; il renferme même un nombre bien plus considérable de cellules et se trouve situé plus superficiellement. De nouvelles masses grises sont figurées par les *olives*, dont il sera traité spécialement plus bas, par le noyau pyramidal antérieur (*p'*), le gros noyau pyramidal (*p''*) et les petits noyaux

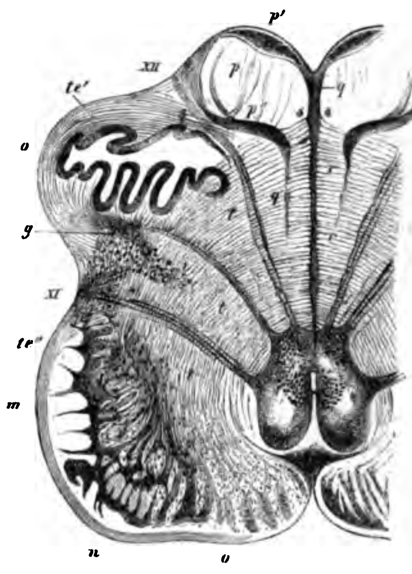


Fig. 198.

Fig. 198. — Section transversale de la région moyenne du bulbe, entre l'entrecroisement des pyramides et le calamus scriptorius, chez un enfant de sept ans. Grossissement de 7 1/2 diamètres. — *p*, pyramides avec leurs faisceaux de fibres horizontales; *p'*, noyau pyramidal antérieur; *p''*, gros noyau pyramidal; *q q*, petits noyaux pyramidaux; *r*, raphé; *o*, olives; *g*, noyau des cordons latéraux (nucl. antéro-latéral, Dean); *l*, tête de la corne postérieure, à la face externe de laquelle se trouvent en *m* de gros faisceaux longitudinaux qui forment le faisceau latéral; *n*, cordon restiforme renfermant de nombreux amas de petites cellules (les points); *o*, cordon grêle dans lequel sont disséminées de nombreuses cellules; *t*, fibres transversales internes; *te'*, fibres transversales internes et antérieures; *te''*, fibres transversales externes et postérieures. A la partie centrale, autour du canal central, se voit une masse grise continue, avec les quatre noyaux nerveux des hypoglosses (XII) et des accessoires (XI).

pyramidaux (*qq*), tous formés de petites cellules. On y rencontre de plus des cellules plus ou moins volumineuses disséminées dans l'espace qui se trouve entre les pyramides, les olives, la substance grise et les cordons postérieurs, et dont il est impossible de dire si elles doivent être rattachées ou non à la substance grise de la moelle.

La substance blanche de ce segment présente une disposition toute spéciale. En place des *fibres horizontales* qui passent dans les pyramides, on trouve des fibres horizontales qui, en général, sont transversales et recourbées en arc de cercle, et qui se terminent, soit dans l'intérieur du bulbe (fibres transversales internes, *ttt*), soit superficiellement, en recouvrant les divers faisceaux (*stratum zonale*, d'Arnold, ou fibres transversales externes *t e*). Ces fibres forment, en apparence, un seul système traversant le bulbe tout entier; elles ont cependant manifestement une signification très-différente. Je distinguerai :

1° Des *fibres horizontales* provenant des noyaux gris des cordons grêles, cunéiformes et latéraux. De ces fibres, les postérieures, *fibres transversales internes et postérieures*, recourbées en arc de cercle, vont gagner, en arrière des olives, un faisceau particulier de fibres qui forme comme une limite entre les deux moitiés du bulbe, et qui a été désigné par Stilling sous le nom de *raphé* (*rr*); d'autres, *fibres olivaires transversales et internes*, traversent les olives en se recourbant parfois d'une manière particulière, et se rendent également au raphé; d'autres enfin, *fibres transversales internes et antérieures*, contournent la face externe des olives, deviennent transversales et externes (*t e'*), contournent également les pyramides, pour gagner le fond du sillon antérieur, qui devient de plus en plus superficiel, et rejoindre le raphé, ou passer dans la moitié opposée du bulbe. Les fibres horizontales dont il vient d'être question forment manifestement la masse principale des fibres ayant cette direction. Mais il y en a encore d'autres, qui sont :

2° *Des fibres horizontales qui partent des cordons latéraux* dans la région située entre le noyau de ces cordons et les points traversés par les racines du spinal, *se portent en arrière* et cheminent ensuite à la surface des cordons postérieurs, en devenant *fibres transversales externes et postérieures* (*te''*).

3° *Des fibres horizontales* qui naissent de *divers autres noyaux de substance grise*, et aussi des cellules disséminées dans l'*intérieur*. Ces fibres existent indubitablement *a*) au voisinage des olives, où les unes représentent une sorte de commissure entre ces deux organes, tandis que les autres se dirigent, sous la forme de tractus très-fins, dans le sens des racines de l'hypoglosse, vers la substance grise qui entoure le canal central; peut-être y en a-t-il d'autres encore; *b*) près des *noyaux des pyramides*, d'où naissent et des renforcements des fibres transversales externes et antérieures, et des fibres parallèles au raphé; *c*) près du *noyau des cordons latéraux*, et des grosses *cellules multipolaires disséminées en arrière des olives*, d'où naissent des renforcements des fibres horizontales internes et olivaires. Dans le raphé, on reconnaît la continuation directe des fibres hori_

zontales du côté droit avec celles du côté gauche, et l'entrecroisement d'une foule de ces fibres, qui suivent ensuite, sur un trajet plus ou moins long, la direction antéro-postérieure; mais très-probablement il ne renferme aucune fibre allant, sans solution de continuité, du fond du sillon antérieur à la substance grise qui avoisine le canal central.

Les fibres horizontales sont en grande partie des fibres fines; mais il en est aussi, parmi elles, qui ont un certain calibre. Ainsi, les fibres transversales externes et postérieures sont surtout des fibres moyennes, de 5 à 8 μ de diamètre; il en est de même des fibres que nous avons mentionnées sous la rubrique 3. Dans la substance médullaire des olives, au contraire, au-dessous des fibres transversales externes et antérieures et des fibres qui émergent des noyaux des cordons restiformes et grêles, on trouve exclusivement ou presque exclusivement des fibres fines.

Les *fibres longitudinales*, dans ce segment du bulbe, ne forment presque nulle part des masses continues un peu volumineuses. Ordinairement on considère comme telles les pyramides; mais il est à remarquer que, même dans leur intérieur, les radiations des fibres horizontales ne font point défaut (fig. 198). Une masse blanche assez pure de mélange est représentée par les restes des cordons latéraux de la moelle, d'où naissent les fibres transversales externes et postérieures; il y a ensuite une couche assez épaisse à la face externe de la tête de corne postérieure, et enfin quelques gros faisceaux isolés dans l'intérieur des faisceaux grêles et cunéiformes. Par contre, on ne rencontre que de petits et de très-petits faisceaux de diverses formes et en nombre considérable dans tout l'espace entre les pyramides, les olives et les cordons postérieurs, faisceaux dont la disposition a été admirablement représentée par Stilling, et qui sont également reproduits dans la fig. 199, pour un point du bulbe situé un peu plus haut. Ces petits faisceaux, que l'on trouve encore partiellement dans les cordons postérieurs, constituent avec les fibres transversales internes unies en réseau une *formation réticulée* d'une rare élégance, que l'on ne rencontre nulle part ailleurs avec la même profusion. En outre, il y a de petits faisceaux de fibres longitudinales 1) dans le hile des olives, et quelques faisceaux isolés dans la substance médullaire de ces organes; 2) dans les fibres transversales externes et antérieures, à la face externe des olives; 3) dans les fibres transversales externes et postérieures, dans la région du cordon restiforme.

Les fibres longitudinales les plus grosses (2,2 à 9 μ) sont celles qui se trouvent entre le raphé et l'hypoglosse; encore s'amincissent-elles vers les pyramides, qui reforment des éléments plus fins (2, 2 à 6, 7 μ). En dehors de l'hypoglosse, les fibres longitudinales de la formation réticulée deviennent peu à peu plus fines, et l'on ne trouve plus de fibres moyennes que dans les restes du cordon latéral, derrière son noyau, et des fibres un peu plus fines dans le faisceau latéral, au côté externe de la tête de corne postérieure.

Au-dessous des olives, cette région du bulbe se continue graduellement

ec celle qui renferme l'entrecroisement des pyramides, attendu que, une part, la substance grise, avec les deux noyaux de l'hypoglosse et de ccessoire qu'elle renferme, ainsi que le canal central, gagnent peu à u le centre de l'organe, et que d'autre part, les fibres transversales viennent de plus en plus rares, en même temps que le raphé se raccurcit, que la formation réticulaire se rétrécit et que les éléments longidinaux des cordons latéraux deviennent plus nombreux. Des sections en nettes de cette région (voy. dans l'ouvrage de Stilling, *Médull. obl.*, . IV, fig. 2) présentent un raphé allant à peu près jusqu'au milieu du ılbe, et une formation réticulaire avec fibres transversales internes occuınt presque tout l'espace entre la onzième et la douzième paire nerveuse.

III. *Bulbe dans la région du sinus rhomboïdal* (fig. 199). Aussitôt que le nal central est ouvert, la substance grise qui l'entourait tout entier se ontre à découvert sur le plancher du quatrième ventricule. En même mps les parties postérieures du bulbe sont refoulées sur les côtés, et le yau de l'accessoire vient se placer au côté externe du noyau de l'hypoosse. En outre, le raphé s'allonge, et les fibres transversales externes et ternes, ainsi que la formation réticulée, prennent de l'accroissement. 'ailleurs, la disposition de la substance grise et de la substance blanhe est sensiblement la même que précédemment; seulement la tête de orne postérieure perd graduellement ses limites précises et finit par disaraître comme partie distincte. Toutefois, il reste à la place qu'elle ccupait dans le faisceau latéral un amas de cellules nerveuses, qui va lutôt en croissant, et un groupe de faisceaux de fibres longitudinales, ppartenant tous deux à la grosse portion du trijumeau.

Pour compléter cette description, il nous reste à examiner quelques oints en particulier.

La *substance grise des olives* constitue, comme on sait, une lame plissée ui représente une espèce de bourse fermée de toutes parts, excepté à son ôté interne. L'olive doit être considérée comme une formation toute péciale; elle renferme : 1° une multitude de petites cellules nerveuses aunâtres, de 18 à 26 μ de diamètre, de forme arrondie, pourvues de rois à cinq prolongements ramifiés et d'un prolongement cylindre d'axe Deiters) ; 2° une multitude de fibres nerveuses fines, dont les unes sont unies incontestablement aux cellules des olives, tandis que les autres ne ont que traverser la substance corticale de ces organes. La disposition énérale des fibres nerveuses est la suivante : un faisceau volumineux de ubstance blanche provenant de la région du raphé se dirige transversaement vers l'olive, dans laquelle ses fibres pénètrent en divergeant et u'elles remplissent complétement. A un faible grossissement, ces fibres emblent traverser simplement la substance grise de l'olive et se contiuer directement avec les fibres transversales, soit externes, soit internes; nais c'est là, sans doute, une simple apparence, et une portion de ces ibres s'y terminent ou y prennent naissance. Si l'on envisage à la fois es deux olives, on reconnaît que leur substance médullaire forme avec

une portion des fibres transversales un vaste système de fibres qui, des cordons postérieurs d'un côté, s'étendent en arc de cercle, à travers la partie moyenne et antérieure du bulbe, aux cordons correspondants du côté opposé.

Le *noyau accessoire de l'olive* (Stilling) (fig. 199, *d*) est constitué, pour ce qui est des cellules, comme l'olive elle-même. Il en est de même des gros noyaux *m* et des petits noyaux pyramidaux *n*. Ces noyaux sont très-variables, dans ce segment du bulbe, quant à leur forme, leur siége et leur volume. Le gros noyau pyramidal a souvent la forme d'une massue, dentelée en avant, et se continue avec des accumulations de cellules voisines du raphé, lesquelles peuvent se prolonger presque sans interruption, des deux côtés, jusqu'au plancher du quatrième ventricule, ainsi que Dean l'avait déjà observé (*Med. obl. and trap.*, pl. XV, fig. 22 *a*, 23, *a*, 24 *a*).

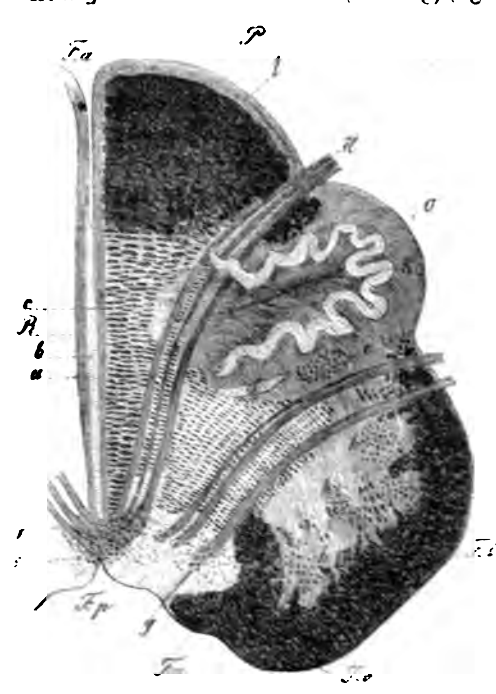


Fig. 199.

Il est à remarquer que les *pyramides* vont en augmentant de volume de bas en haut. Ce fait me paraît déterminé par les fibres *horizontales* qui s'irradient dans leur épaisseur, pour prendre ensuite la direction longitudinale. Ces fibres n'ont été décrites exactement jusqu'ici que

Fig. 199. — Section transversale du bulbe de l'homme, grossie 6 fois. P, pyramide; O, olive; F l, cordon latéral; F.c, cordon restiforme; F.g, cordon grêle (pyramide postérieure); H, noyau du nerf hypoglosse; V, noyau du nerf vague; F.a, sillon antérieur; F.p, sillon postérieur, sur le plancher du quatrième ventricule; R, raphé; *a*, fibres longitudinales du raphé, qui ne devraient point représenter des faisceaux continus; *b*, couche grise médiane du raphé, avec fibres transversales; *c*, irradiation de ces fibres dans l'olive; *d*, noyau accessoire de l'olive; *e*, noyau de l'hypoglosse; *f*, entrecroisement des hypoglosses; *g*, noyau du nerf vague; *h h h*, grosses cellules nerveuses dans l'épaisseur du corps restiforme (noyaux de la tête de la corne, du cordon cunéiforme et du cordon grêle); *i*, masse médullaire de l'intérieur de l'olive, faisant partie des fibres transversales internes; *k*, fibres transverses externes antérieures, à la face externe de l'olive; *l*, fibres transverses externes antérieures, se réfléchissant en dehors de la pyramide pour pénétrer dans le sillon antérieur. Des fibres transversales analogues devraient être figurées à la surface des cordons postérieurs; *m*, *n*, gros noyau pyramidal; *o*, noyau du cordon latéral. — L'intérieur montre la formation réticulée, composée des fibres transversales internes et de nombreux petits faisceaux longitudinaux.

ar Clarke (*Medulla oblongata*, p. 247); mais elles avaient été mentionnées et gurées par Dean (pl. XV). Clarke les fait provenir des petits noyaux pyramidaux, ce qui me paraît exact; je crois cependant avoir vu aussi de ces bres qui avaient leur origine dans les olives et dans le gros noyau pyramidal. — Dans les portions supérieures du bulbe, du reste, les fibres pyramidales horizontales font complétement ou presque complétement faut.

Les *noyaux des cordons latéraux* (fig. 198 *g*, 199 *o*) se retrouvent encore sez développés, sur une certaine étendue, dans les portions supérieures u bulbe, même à côté des olives; puis ils diminuent graduellement au iveau des origines du nerf vague et du glosso-pharyngien, et se divisent n plusieurs petits amas séparés un peu au-dessous de l'extrémité supéeure des olives. Immédiatement au-dessus de ces renflements, ou, omme je l'ai vu dans un cas, au niveau de leur extrémité supérieure, il forme de nouveau une accumulation de cellules, qui peut-être n'est ue le prolongement du noyau des cordons latéraux. C'est là l'*olive supérieure*, trouvée par Schrœder v. d. Kolk sur les animaux, constatée également chez l'homme par Clarke et par Dean, et qui atteint son développement complet au niveau des nerfs auditif et facial, dans la portion la plus eculée de la protubérauce (Dean, pl. XIV).

Les *fibres horizontales* et les *fibres longitudinales* du troisième segment u bulbe présentent les mêmes caractères que celles du deuxième : mais eur nombre est manifestement *plus considérable*. Si, comme il me paraît ndubitable, les fibres horizontales proviennent pour la plupart des cellules de la substance grise, ce fait ne saurait étonner, puisqu'il est certain que dans le bulbe cette substance augmente de bas en haut. Quant l'accroissement numérique des fibres longitudinales, il tient en grande partie à ce que *beaucoup de fibres se recourbent pour devenir longitudinales;* e changement de direction, facile à observer dans l'épaisseur de la formation réticulée, a lieu aussi, bien certainement, dans les pyramides. n outre, on voit souvent des prolongements de cellule horizontaux rendre la direction longitudinale, et ces nouveaux éléments doivent probablement être considérés comme des fibres de transmission pour les nerfs ui naissent dans le bulbe. Un faisceau longitudinal spécial de cette portion du bulbe constitue un cordon situé dans le voisinage des noyaux u nerf vague et de l'accessoire (Stilling, *Med. obl.*, pl. V, VI; Clarke, *Med. obl.*, pl. XVI; Dean, *Med. obl.*, pl. XV, et dont la signification est encore peu connue.

Une question très-difficile est celle des rapports des dix paires nerveuses qui naissent du bulbe, de la protubérance et des pédoncules cérébraux. Les anatomistes qui ont cherché la solution de ce problème ne se sont servis, pour la plupart, que des moyens usuels, qui consistent à suivre les fibres avec le scalpel. Or, ces moyens sont complétement insuffisants. Nous n'avons à citer, comme ayant usé de moyens spéciaux, que E. Weber (art. MUSKELBEWEGUNG, *in Wagn. Handb. d. Phys.*, III, 2,

p. 20-22), qui a fait usage de préparations durcies dans le carbonat
soude ; Stilling, qui a exa
au microscope des tran
minces de pièces durcies
l'alcool; moi-même, qui me
servi de préparations conser
dans l'acide chromique et
dues en grande partie tran
rentes au moyen de la so
Lenhossek, Clarke, Deiter
aussi, en partie, Jacubeowi
et Schroeder, dont les ét
ont été faites généralement
des préparations durcies d'a
la méthode de Clarke, et q
quefois colorées. Tous les
mentionnés ci-dessus, sans
ception, loin de naître des
dons ou masses fibreuses
ils émergent, pénètrent plu
moins profondément dans les parties centrales, où ils entrent en

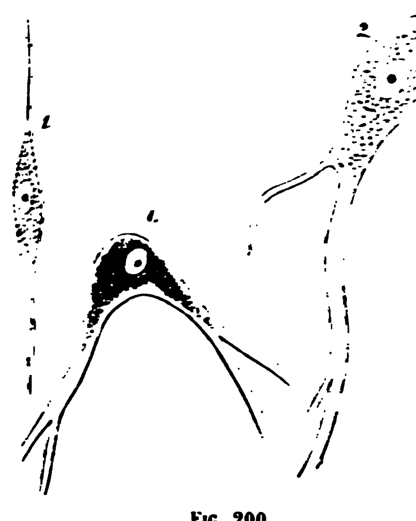


FIG. 200.

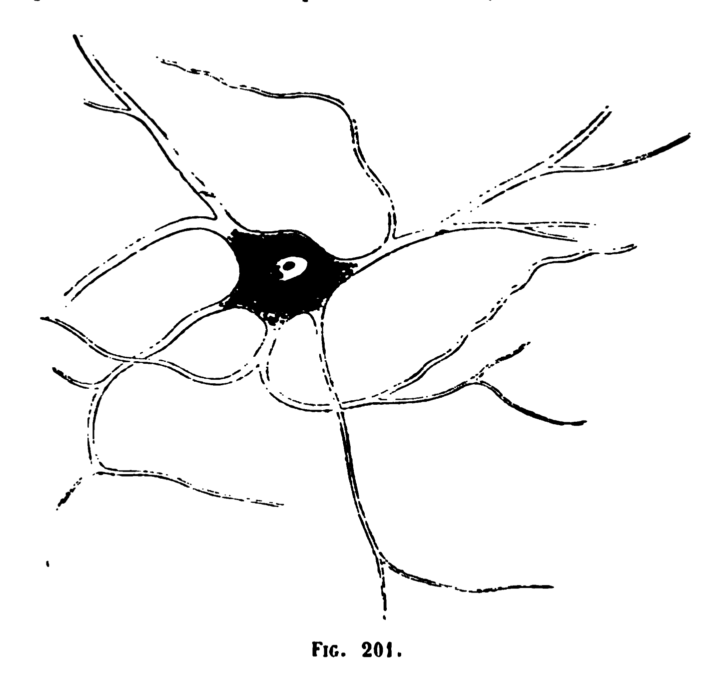

FIG. 201.

FIG. 200. — Cellules nerveuses de l'*ala cinerea* de l'homme. — Grossissement de 350 diamè
FIG. 201. — Cellule nerveuse de la *substance ferrugineuse* qui occupe le plancher du s
rhomboïdal de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres.

nexion, quelques-uns après s'être entrecroisés, comme par exemple les nerfs trochléateurs, avec certaines masses grises, que Stilling a désignées, non sans bonheur, sous le nom de *noyaux des nerfs* (*noyau de l'accessoire*, par exemple). Nous devons signaler le plancher du quatrième ventricule et de l'aqueduc de Sylvius comme jouant un grand rôle sous ce rapport, car tous les nerfs dont nous avons parlé s'étendent jusqu'à lui, la plupart en totalité, les autres au moins en partie. La substance grise dans laquelle se terminent ces nerfs est la continuation de celle de la moelle et l'on peut même y démontrer d'une manière assez précise l'existence de groupes de cellules sensitives et motrices analogues à ceux de cet organe. Quand le canal central est encore fermé, les cellules motrices siégent en avant de ce canal; quand il est ouvert, elles occupent le plancher du quatrième ventricule, sur les côtés de la ligne médiane. Elles donnent naissance aux racines inférieures du spinal (fig. 197), à celles de l'hypoglosse, du facial, de l'abducteur, du moteur oculaire commun, du trochléateur et de la petite portion du trijumeau; de plus, d'après Clarke, Dean et Deiters, à quelques faisceaux du glosso-pharyngien et du pneumogastrique. En arrière du canal central, ou en dehors des cellules motrices, se trouvent les amas de cellules qui semblent correspondre aux cellules sensitives de la moelle, et de là naissent les racines supérieures du spinal, la plupart des racines du glosso-pharyngien, du nerf vague et du nerf auditif, tandis que la grosse portion du trijumeau naît, dans toute la longueur du bulbe, de la tête de la corne postérieure et de son prolongement dans la protubérance (Stilling, Clarke, Dean, Deiters). Pour plus de détails, voyez Stilling, ma *Mikr. Anat.*, I, 1, p. 458 à 462, Clarke, Dean et Deiters. Malheureusement on ne saurait disconvenir que les connexions précises des nerfs avec la substance grise et avec les parties supérieures de l'encéphale sont encore moins bien connues que dans la moelle et qu'on n'a pu déterminer avec une netteté suffisante, ni les points où leurs fibres sortent des cellules de la substance grise, ni le mode d'union de ces cellules (fibres de transmission vers l'encéphale) avec les parties supérieures.

La substance grise du plancher du quatrième ventricule, qui, d'après ce qui vient d'être dit, joue un si grand rôle comme dernier aboutissant de la plupart des nerfs encéphaliques, forme une couche assez épaisse, étendue du *calamus scriptorius* à l'*aqueduc de Sylvius*. Outre une grande proportion de substance conjonctive, qui provient de l'épendyme du quatrième ventricule (v. ci-dessous), elle contient beaucoup de tubes nerveux, les uns d'un diamètre considérable, pouvant atteindre 13 et 18 μ, qui probablement appartiennent surtout aux racines nerveuses; les autres d'une finesse qui va jusqu'à l'extrême. On y trouve, de plus, des cellules nerveuses à 2-5 prolongements, de toutes les dimensions, depuis 13 jusqu'à μ et plus, toutes pourvues d'un prolongement indivis ou cylindre d'axe de ramifications nombreuses des autres prolongements (Deiters). Les cellules les plus grosses sont celles de l'*aile cendrée*, à l'extrémité posté-

rieure du *sinus rhomboïdal* (fig. 200) et celles de la *substance ferrugineuse* ou *locus cœruleus* (fig. 201). Ces dernières renferment d'abondantes granulations d'un brun noirâtre, qui s'étendent jusque dans les prolongements. On trouve aussi de très-grosses cellules au point d'émergence du nerf auditif (Stilling, Clarke, Dean, Deiters, pl. V); mais elles n'appartiennent point à ce nerf (Deiters). — Une portion de la substance grise que nous venons de décrire appartient déjà, en réalité, à la protubérance. Celle-ci contient en outre, au-dessus de la couche superficielle de fibres transversales, tant à la partie moyenne que sur les côtés, de nombreux amas de substance grise, à cellules nerveuses multipolaires, petites et grosses (jusqu'à 45 μ de diamètre), qui sont si irrégulièrement disséminées entre les fibres transversales et les fibres longitudinales qu'il sera impossible d'en donner une description exacte, tant que leurs connexions avec les autres parties n'auront pas été établies. Un semblable groupe de cellules est constitué par ce que nous avons appelé *olives supérieures*.

Les meilleures figures du bulbe sont celles de Stilling, Clarke, Dean et Deiters. Le travail de Deiters, qui d'ailleurs, resté inachevé, échappe presque complétement à la critique, va à peine plus loin, eu égard à la distribution de la substance blanche et de la substance grise, que ceux de ses prédécesseurs, et ses figures ne sont, dans des proportions tout à fait inexactes, que des dessins schématiques, qui ne sauraient être comparés à ceux de Stilling, Clarke et Dean. Par contre, ce travail se distingue fort avantageusement par une tendance constante à relier entre eux les faits isolés, pour arriver à la détermination du trajet général des fibres nerveuses, comme il ressortira mieux du § 112.

Il me reste à mentionner quelques détails.

Le *noyau des cordons latéraux* a déjà été vu et décrit par Stilling et par moi (fig. 199). Plus tard, il a été signalé par Clarke (*Med. obl.*, fig. 23 *p*, fig. 28-32 *g'*), et je ne comprends pas que Dean, qui l'a appelé *noyau antéro-latéral*, le considère comme inconnu. Le noyau des cordons latéraux de Deiters est probablement aussi le même. Il ne paraît pas être identique avec le noyau gris de la moelle (entre la corne antérieure et la corne postérieure, tout contre les cordons latéraux) que Clarke a appelé *tractus intermedio-lateralis* (*Phil. Trans.*, 1859, P. Ier, p. 446), et Clarke a peut-être raison de le considérer comme appartenant au noyau des *racines supérieures* du spinal. L'*olive supérieure*, dont M. Schultze attribue la découverte, chez l'homme, à Deiters, a été décrite déjà, en 1861, par Clarke (*Proc. of the Roy. Soc.*, vol XI, p. 360), et plus tard aussi par Dean (*Med. obl.*, p. 66, fig. 8 *a*, 9 *a*, 10 *a*, 12 *a*, 16 *a*, O').

Relativement aux *nerfs du bulbe*, Lenhossek distingue, outre un *système de fibres radiées*, que du reste personne n'admet (voy. 4e édition de cet ouvrage), un *système moteur* et un *système mélangé latéral*. Dans le premier, il range l'hypoglosse, l'abducteur, le facial, le trochléateur et le moteur oculaire; dans le dernier, les deux racines supérieures du facial (les autres appartiennent au système radié), le pneumogastrique, le glosso-pharyngien, l'auditif et le trijumeau. Plus conséquent, Deiters place dans le système *mixte* les nerfs de la 11e, 10e, 9e, 8e, 7e paire et la petite portion du trijumeau, tandis qu'il considère la grosse portion du trijumeau comme représentant toutes les racines sensitives de la moelle, se rangeant à l'opinion de Clarke et de Dean, d'après laquelle ce nerf naîtrait du prolongement de la corne postérieure dans le bulbe, c'est-à-dire de la tête de la corne postérieure. Deiters admet avec Clarke que les racines du spinal, du pneumogastrique et du glosso-pharyngien sont de deux espèces et se rendent à des noyaux en partie moteurs, en partie sensitifs; il considère le facial et l'auditif, ainsi que la petite portion du tri-

jumeau, comme des fractions d'un seul et même nerf. A mon avis, on peut dire simplement que dans le bulbe, en raison de l'ouverture du canal central, les racines sensitives émergent latéralement, ce qui s'applique aussi au trijumeau, et que certaines fibres motrices peuvent prendre la même voie, comme le prouve le spinal sur la moelle.

Les *entrecroisements des racines*, constatées il y a longtemps par Stilling et par moi, ont été vus également par les observateurs modernes, Clarke, Dean, Deiters, ; cela sur les nerfs de la 12e, 11e, 10e, 9e, 7e, 5e, et 3e paire. Cependant, à part la 1re paire, nulle part la disposition n'est suffisamment connue. Il règne encore beaucoup d'obscurité touchant l'auditif, et surtout relativement à ses connexions avec le cervelet affirmées par Clarke et par Dean. Quant au *facial*, Deiters décrit comme une nouveauté une réflexion en *forme de genou* que subit la racine de ce nerf, sur le plancher du quatrième ventricule; mais cette réflexion a déjà assez nettement été connue par Dean (*l. c.*, p. 58 et 59, fig. 12 *aJ*), qui a montré aussi que la racine longitudinale du facial n'est autre chose que la *racine postérieure constante du trijumeau*, de Stilling (*Pons Varoli*, pl. IV, V *a'*) et que Schrœder a considéré cette racine comme faisant partie de l'auditif (*Verlengde Ruggemerg*, p. 32 et 43).

Clarke a trouvé dans la protubérance de l'homme une masse fibreuse transversale, répondant au trapèze des mammifères, et qui, née du corps restiforme et du noyau de l'auditif, contourne la tête de la corne et passe derrière les pyramides, pour gagner le raphé, où les fibres s'entrecroisent.

§ 112. **Trajet probable des fibres dans le bulbe.** — Si déjà pour la moelle nous avons été obligé de reconnaître que, d'après les faits observés jusqu'ici, il est impossible de se faire une idée complète des connexions entre la substance grise et la substance blanche, il est évident que ce serait s'aventurer doublement de croire qu'une telle conception est possible pour le bulbe, dont la texture est beaucoup plus compliquée. Il n'en sera pas moins utile peut-être de mettre en relief certains points de vue, et de faire une tentative dans le but d'élucider la disposition de cet organe, étant convenu à l'avance que cette tentative n'aura d'autre importance que celle d'une hypothèse excitant à de nouvelles recherches.

L'anatomie fine du bulbe devra surtout donner la solution des questions suivantes : 1° quelles sont les connexions entre cette partie de l'encéphale et les nerfs périphériques qui en proviennent? 2° que deviennent dans cette partie les cordons de la moelle ? 3° quels sont les rapports entre les masses grises propres à cet organe et les autres parties? et 4° quelles sont les connexions du bulbe avec les autres parties de l'encéphale.

1° En ce qui concerne *les nerfs du bulbe*, tout semble indiquer que les fibres de ces nerfs, de même que dans la moelle, s'unissent à certaines cellules déterminées de la substance grise, et en effet Deiters a pu observer véritablement cette liaison dans quelques cas. Les *noyaux* de Stilling seraient comparables aux amas de cellules qu'on rencontre dans les cornes antérieures et postérieures de la moelle. Et de même qu'il paraissait vraisemblable que dans la moelle les cellules sont diversement unies entre elles par les extrémités de leurs prolongements ramifiés, et unies à certaines parties situées plus haut par des fibres de transmission; de même, nous ne pourrons nous empêcher de présumer de semblables connexions dans le bulbe, cet appareil réflexe par excellence. Comme les noyaux gris

des racines motrices et sensitives forment sur le plancher du quatrième ventricule une couche grise continue, il ne sera pas difficile d'imaginer de nombreuses liaisons entre les diverses cellules nerveuses, et pour ce qui est des fibres de transmission vers le cerveau, il est tout aussi facile d'utiliser dans ce sens une portion des nombreux faisceaux longitudinaux qui traversent et avoisinent ces noyaux. Il faut avouer cependant qu'ici les ténèbres sont encore plus épaisses que dans la moelle, et qu'en réalité on n'a pu encore démontrer pour aucun nerf où et comment se font ces connexions. Je présume qu'il faut interpréter dans ce sens une partie des faisceaux longitudinaux de la formation réticulaire, attendu qu'il est certain qu'ils vont en augmentant de nombre de bas en haut, et qu'il n'est pas difficile de voir des prolongements de cellules nerveuses, se comportant comme des prolongements cylindres d'axe, se recourber pour se continuer avec les fibres de ces faisceaux longitudinaux. Mais il est vraisemblable que les cellules auxquelles aboutissent les fibres radiculaires sont unies par la protubérance, non-seulement avec le cerveau, mais aussi avec les olives et le cervelet, union qui pourrait être opérée par le système des fibres transversales, soit immédiatement, soit par l'intermédiaire d'autres cellules.

2° Que deviennent *les cordons de la moelle?* on sait qu'autrefois on disait que ces cordons traversent simplement le bulbe pour passer, soit dans les *crura cerebelli ad medullam oblongatam*, soit par la protubérance dans les pédoncules cérébraux. Mais Deiters, dans son ouvrage posthume, a essayé d'une manière très-remarquable d'exposer différemment leur disposition. Pour cette hypothèse de Deiters, ce sont surtout les connexions des pyramides qui semblent avoir servi de base. Son point de départ est, d'une part, que les fibres de ces cordons sont plus fines que celle des cordons latéraux et postérieurs, dont on les avait considérées comme le prolongement depuis les recherches de Clarke, et, d'autre part, qu'avec l'apparition des fibres pyramidales coïncide celle de nouveaux foyers de substance grise dans les cordons latéraux et postérieurs. Partout où apparaît de la substance grise, dit Deiters, elle sert de point de terminaison ou d'origine à des fibres nerveuses, et pour ces deux motifs, il est probable que certaines fibres des deux cordons en question aboutissent aux cellules des noyaux qui apparaissent dans leur épaisseur (noyau des faisceaux grêle, cunéiforme et latéral), et que des mêmes cellules naissent les fibres des pyramides.

Je dois reconnaître que cette hypothèse me paraît extrêmement digne d'attention, et en cherchant à la contrôler, voici ce que j'ai observé.

Premièrement, j'ai acquis la conviction certaine que les cellules qui composent le noyau des cordons grêles (*postpyramidal nucleus*, Clarke) émettent de nombreuses fibres de *moyenne grosseur* vers l'entrecroisement des pyramides. Ces fibres qui, en raison de leur calibre, se distinguent facilement des autres fibres de ces cordons, après avoir passé de l'extrémité antérieure de ces derniers dans la substance grise, cheminent d'abord

versalement ou presque transversalement, dans la direction de la *tête corne postérieure*, et ce n'est qu'ensuite qu'elles se recourbent forte-, en avant du cordon restiforme, vers l'entrecroisement des pyrami-de telle sorte que dans leur ensemble elles présentent une courbure qui, dans la figure 197, est représentée beaucoup trop faible. Il est que je n'ai pu constater la liaison entre ces cellules et les fibres lon-inales des cordons grêles; mais, à ce point de vue, aucune autre hèse que celle de Deiters ne me paraît possible. A supposer qu'elle xacte, il faudrait que chacune des cellules fût unie à *plusieurs* fibres tudinales, attendu que les prolongements de cellule qui gagnent les nides sont certainement des prolongements cylindres d'axe.

ixièmement. Pour les cellules qui forment les noyaux des cordons ormes et latéraux, je n'ai pu constater jusqu'ici des connexions ana-s avec l'entrecroisement des pyramides; mais, par voie d'analogie, rallierai à Deiters.

isièmement. D'autre part, il est certain pour moi qu'*il y a aussi des des cordons médullaires qui passent directement dans les pyramides, sans à des cellules*. Les arguments que Deiters tire du diamètre des fibres nt pas plausibles, attendu d'abord que les pyramides renferment ment des fibres moyennes, provenant soit des cordons antérieurs, l'ailleurs, et ensuite que les fibres internes des cordons latéraux fibres des cordons postérieurs dans la région de l'entrecroise-des pyramides sont assez fines. Par conséquent, l'observation directe seule décider la question : or, elle apprend que le cordon restiforme e de nombreuses fibres aux pyramides avant de présenter des cel-(*noyau restiforme* de Clarke, fig. 197) et qu'avec les prolongements llules, un certain nombre de fibres fines du cordon grêle gagnent yramides, fibres qu'on n'est nullement autorisé à rapporter à des es. — Ainsi l'entrecroisement des pyramides serait plus compliqué n'avait paru à Deiters et aux anatomistes qui l'ont précédé. Toute-eiters a eu le mérite d'attirer l'attention sur une nouvelle source de pyramidales.

même, suivant Deiters, les portions restantes des cordons postérieurs éraux qui ne sont pas employées à l'entrecroisement des pyramides, mineraient plus haut dans les cellules de ces cordons, d'où naîtraient te les éléments du système de fibres transversales (fibres transversales es et externes). A cette extension de l'hypothèse s'oppose énergi-ent ce fait que, d'après mes observations, *il est établi qu'une portion bres longitudinales des cordons latéraux se continuent directement avec res transversales externes postérieures*, pour se porter probablement au let avec les pédoncules de cet organe. Néanmoins, il me paraît aussi raisemblable que les noyaux des cordons latéraux et postérieurs con-nt également plus haut, dans le bulbe, des points de réflexion, où minent certaines fibres longitudinales de la moelle, et d'où naissent bres transversales. Mais il faut encore se garder de considérer la

question comme complétement vidée. Relativement aux pyramides, je ferai remarquer, du reste, que celles de leurs fibres qui sont la continuation immédiate des cordons de la moelle, sont peut-être unies aux noyaux qu'elles renferment. De même, certaines fibres des pédoncules cérébelleux provenant de la moelle pourraient se terminer dans les cellules *du noyau dentelé* du cervelet; et alors même que mes observations seraient reconnues exactes, il serait donc encore possible qu'aucune des fibres des cordons médullaires n'atteignît le cerveau et le cervelet.

3° Les connexions intimes entre les masses grises propres au bulbe sont en partie exposées dans ce qui vient d'être dit. La question la plus importante à résoudre, du reste, est relative à la signification des *olives*. Si nous faisons remarquer que les olives sont en connexion : 1° par une portion de leurs fibres horizontales avec les noyaux des cordons postérieurs; 2° par une autre portion de ces fibres avec les noyaux du plancher du quatrième ventricule; 3° avec les pédoncules cérébelleux; et que ces fibres sont unies aux cellules dont se composent les olives (en naissent ou s'y terminent), nous aurons dit à peu près tout ce qui peut être affirmé; mais ce sont là de faibles matériaux pour bâtir une théorie anatomique, et j'avoue que je ne vois pas la possibilité d'entrer dans les détails d'une telle théorie. D'ailleurs les olives sont unies probablement aussi avec les cordons moteurs de la moelle et avec le cerveau, avec les premiers par les gros noyaux des cordons latéraux, les noyaux olivaires accessoires et noyaux dits des pyramides, avec le dernier par les nombreuses fibres transversales qui, au sein de la formation réticulaire, se recourbent pour devenir longitudinales.

4° Quant aux connexions du bulbe avec les autres parties de l'encéphale, elles ont lieu, d'abord, par les pyramides qui passent sans modification dans la protubérance et probablement aussi dans les pédoncules du cerveau, et ensuite par de nombreux éléments longitudinaux de la formation réticulaire, qui doivent être considérés comme des fibres de transmission des nerfs du bulbe. Il y a, en outre, les connexions déjà mentionnées des olives et du système transversal avec le cervelet; il est probable aussi que tous les noyaux isolés du bulbe sont unis également avec le cerveau, union qui pourrait avoir lieu par l'intermédiaire d'une portion des fibres longitudinales.

Sur les questions légèrement touchées dans ce paragraphe, on consultera surtout avec avantage le travail de Deiters, de tous les investigateurs celui qui a fait les études les plus approfondies des connexions entre les éléments du bulbe rachidien, études dont la mort de l'auteur a malheureusement empêché la publication complète. Dans sa description, qui, malgré ses lacunes, n'en est pas moins très-précieuse, Deiters a été guidé particulièrement par deux suppositions : la première, c'est que partout où se rencontre de la substance grise, il y a des voies nerveuses qui y aboutissent comme à un point central, lequel lui-même cependant ne joue le rôle que d'une station pour de nouvelles voies; en d'autres termes que les cellules ne se montrent que comme des interruptions *sur le trajet* des voies nerveuses; la seconde, c'est que partout où des voies nerveuses prennent subitement une direction com-

plétement différente, elles sont interrompues par des cellules nerveuses. La première proposition peut être considérée comme exacte d'une manière générale ; je ferai remarquer cependant que, de même que dans les ganglions périphériques, qui contiennent des cellules unipolaires, il pourrait y avoir dans les organes centraux des cellules multipolaires formant de véritables points de terminaison, comme cela se voit incontestablement dans le système nerveux des invertébrés. Quant à la seconde supposition, elle ne saurait pas prétendre au titre de cette loi, comme le croit Deiters, et comme exemple de masses fibreuses qui changent rapidement et notablement de direction, sans être pour cela interrompues par de la substance grise, i ne suffira de citer les fibres des pyramides au niveau de leur entrecroisement les racines du facial, d'après les données de Deiters lui-même, les racines de la grosse portion du trijumeau, les racines du nerf pathétique, les cordons latéraux, qui, d'après mes observations, se recourbent pour se changer en fibres transversales, etc.

§ 113. **Cervelet.** — Le *cervelet* offre une disposition assez simple pour ce qui est de la distribution des éléments nerveux dont il se compose. On ne trouve, en effet, de la substance grise qu'à la superficie des circonvolutions, dans le *corps dentelé* et dans la voûte du quatrième ventricule. Tout le reste du cervelet est formé de substance blanche. Celle-ci, abstraction faite de la substance conjonctive, dont il a été question, est constituée uniquement par des tubes nerveux parallèles, à contours foncés, se bifurquant parfois au voisinage de la substance grise, d'après Gerlach, présentant tous les caractères des tubes centraux (délicatesse, tendance à devenir variqueux, facilité avec laquelle s'isole le cylindre d'axe, etc.), et n'offrant point de différences notables dans les diverses régions, en tant, du moins, qu'il nous a été permis de le constater. Ces tubes ont un diamètre de 2,6 à 9 μ ou de 4,5 μ en moyenne. La *substance grise* interne se rencontre : 1° en très-petite quantité sur la voûte du quatrième ventricule, au-dessus des valvules de Tarin, sous la forme de cellules nerveuses brunâtres, de 45 à 67 μ de diamètre, disséminées au milieu de la substance blanche et reconnaissables à la simple vue (*substance ferrugineuse supérieure*, Kölliker); 2° *dans le corps dentelé*, dont le feuillet gris rougeâtre contient un nombre considérable de cellules nerveuses jaunâtres, mesurant en moyenne 18 à 36 μ et munies de deux à cinq prolongements. Ces groupes de cellules sont traversés par un grand nombre de fibres nerveuses qui partent du corps dentelé pour s'irradier dans la substance médullaire des hémisphères, et qui probablement aussi sont unies en partie directement à ces cellules.

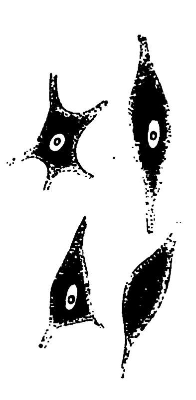


FIG. 202.

A la surface des circonvolutions cérébelleuses, la disposition de la *substance grise* est bien plus complexe (voy. ma *Mikr. Anat.*, pl. IV, fig. 4). Cette substance, en effet, s'y compose partout d'*une couche interne ou rouillée* et

FIG. 202. — Cellules du corps dentelé de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres.

d'*une couche externe ou grise*, et sauf les anfractuosités, où la couche interne est ordinairement plus épaisse, ces deux couches ont généralement une épaisseur égale, mais variable suivant les régions.

La *couche interne ou rouillée* (couche granuleuse, Gerlach) contient des fibres nerveuses et de grands amas de *noyaux en apparence libres.* Les fibres proviennent toutes de la substance blanche et marchent directement de dedans en dehors, en faisceaux parallèles, en général, mais pénicillés légèrement pour chaque circonvolution, pour pénétrer dans la couche interne de substance grise qu'elles traversent également de dedans en dehors. Elles arrivent ainsi dans la couche externe; mais dans cette dernière partie de leur trajet, elles se divisent en un grand nombre de petits faisceaux, qui s'entrecroisent dans toutes les directions. D'où il suit que toute la *couche rouillée est parcourue par un réseau serré, mais délicat, de fibres nerveuses,* réseau qui rappelle les plexus terminaux des organes périphériques, ceux, par exemple, du nerf acoustique, des follicules des poils tactiles, etc. Dans les mailles de ce réseau, sont déposés une multitude de noyaux arrondis, foncés, de 4 à 9 μ de diamètre, ou 6,7 μ en moyenne, qui, très-souvent, renferment un nucléole distinct, et qui tous appartiennent à des cellules délicates, unies entre elles et représentant une région spéciale, riche en noyaux, du réticulum décrit dans le § 108.

Pendant leur trajet à travers la couche rouillée, les fibres nerveuses de la substance blanche s'amincissent de plus en plus, au point que la plupart d'entre elles sont réduites à un diamètre de 2,6 μ au moment où elles pénètrent dans la *couche grise ou externe* de l'écorce. Cette dernière couche, en apparence homogène dans toute son épaisseur, se compose, en réalité, de deux couches distinctes, quoique sans limite précise. La plus interne renferme encore des fibres nerveuses, ainsi que des cellules d'un volume extrêmement remarquable; la plus externe, au contraire, à part de petites cellules nerveuses et les prolongements des grosses cellules, est formée exclusivement de cette *substance conjonctive* pâle, finement granulée et parsemée de noyaux dont il a été question précédemment, et qui se trouve répandue dans toute la couche grise. Les *petites cellules nerveuses* sont, en somme, peu nombreuses. On les trouve isolées dans toute la couche grise, mais plus spécialement dans sa portion superficielle et vers la couche *rouillée*, et même dans cette dernière (moi, Gerlach). Elles ont un diamètre de 9 à 18 μ, et présentent en général, sur de bonnes préparations, surtout sur des pièces conservées dans l'acide chromique, plusieurs prolongements très-délicats, qu'il est impossible de suivre dans une certaine étendue, et qui, très-souvent, sont arrachés très-près de la cellule. Tout autres sont les *grosses cellules* spéciales découvertes par Purkyně dans la couche grise (fig. 203). Ces cellules ont un diamètre de 35 à 67 μ, une forme arrondie, piriforme ou ovoïde, et contiennent une substance incolore, finement granulée. On les rencontre exclusivement dans les portions profondes de la couche grise,

sur la limite de la couche rouillée, où il est assez fréquent d'en voir quelques-unes partiellement engagées dans la substance granuleuse; elles sont disposées en couche simple, çà et là seulement en double couche. Ces cellules ont deux ou trois, rarement quatre prolongements, dont l'un, plus fin que les autres et non ramifié (prolongement cylindre d'axe,

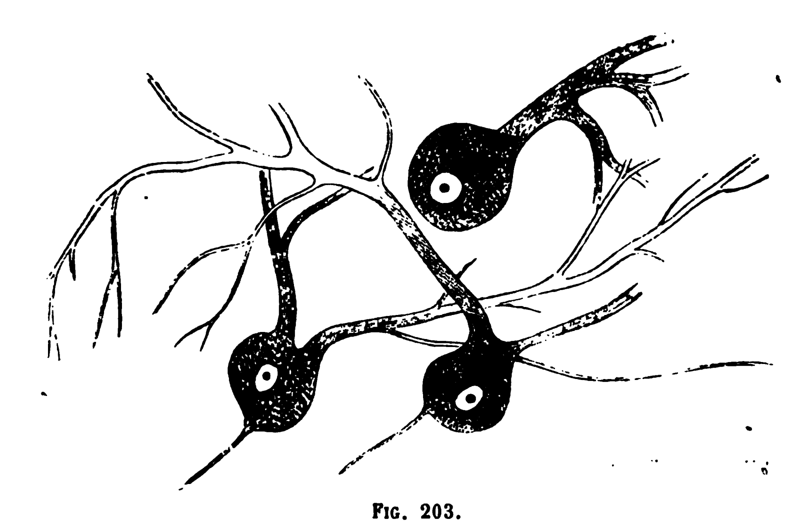


Fig. 203.

Deiters), est dirigé en dedans, tandis que les plus gros, très-ramifiés, sont tournés vers l'extérieur. Ces derniers ont, à leur origine, jusqu'à 15 μ, ou même 18 μ d'épaisseur; ils sont très-finement granulés ou striés; dans leur trajet ultérieur, ils deviennent plus homogènes et se ramifient d'une manière très-élégante et très-variée, de sorte que chaque prolongement donne naissance, en définitive, à un gros faisceau de fibrilles, dont les plus fines ont à peine 0,4 μ de diamètre. Un certain nombre d'entre eux pénètrent ainsi horizontalement dans l'épaisseur de la couche grise; mais la plupart se dirigent de dedans en dehors et paraissent se terminer très-près de la surface externe de la couche grise. En traversant ainsi la couche grise, à laquelle ils donnent une apparence striée, les prolongements principaux émettent des branches qui s'en détachent à angle aigu ou droit, et qui produisent souvent des stries d'un autre ordre, croisant plus ou moins obliquement les premières.

Il existe, en outre, dans la portion la plus interne de la couche grise, entre les grosses cellules, de nombreuses *fibres nerveuses* qui, en raison de leur finesse et de leur délicatesse, sont excessivement difficiles à suivre, mais qu'on reconnaît, contrairement à l'avis de Gerlach, sur des préparations à l'acide chromique, après addition de soude. Elles émergent de la

Fig. 203. — Grosses cellules qu'on trouve dans la couche grise de la substance corticale du cervelet, chez l'homme. Grossissement de 350 diamètres.

couche rouillée et se distribuent, en *formant des plexus*, dans le tiers interne de la couche grise, entre les grosses cellules et leurs prolongements. En les étudiant avec soin, on reconnaît : 1° qu'elles ne se terminent point par des anses, comme croient l'avoir vu Valentin et Hyrtl, qui sans doute avaient pris pour des anses quelques plexus très-fins ; 2° que ces fibres deviennent de plus en plus fines et pâles ; car de 2,6 μ de diamètre qu'elles ont à leur origine, elles se réduisent, en dernier lieu, à 1,3 μ et 0,9 μ ; en même temps leurs contours foncés font place à des bords de plus en plus pâles ; enfin, marchant isolément et en ligne presque droite, elles ne peuvent plus être distinguées des prolongements des cellules nerveuses et se perdent sur la limite du tiers interne de la couche grise, ou même encore plus en dehors. Or, comme les cylindres d'axe de ces tubes nerveux, là où ces tubes ont déjà des contours foncés très-distincts, ressemblent parfaitement, par leurs bords irréguliers, aux prolongements minces des grosses cellules, je ne fais aucune difficulté pour reconnaître qu'il est extrêmement vraisemblable que *tous les tubes nerveux sont unis aux prolongements de ces cellules, et peut-être aussi à ceux des petites cellules.*

Les *pédoncules cérébelleux* consistent uniquement en tubes nerveux parallèles, sans mélange de substance grise. Ces tubes correspondent à ceux de la substance médullaire du cervelet, dont ils doivent être considérés comme la continuation.

Les connexions entre les éléments de la substance corticale du cervelet sont exposées d'une manière particulière par Gerlach (*l. i. c.*). Suivant cet anatomiste, les tubes nerveux éprouvent déjà de nombreuses *divisions* dans la substance blanche des circonvolutions, et sont *interrompus dans leur trajet par des grains isolés.* Cette dernière circonstance se présente à un degré bien plus marqué dans la couche rouillée ou couche granuleuse de la substance grise, où se montrent également des bifurcations des tubes nerveux, qui deviennent d'une finesse extrême. Gerlach suppose (voy. sa figure schématique 3, pl. I) que les fibres, devenues très-fines, forment là un réseau aux nœuds duquel se trouvent les grains, qui, selon lui, sont probablement de petites cellules. A la limite externe de la couche rouillée, enfin, il fait communiquer les éléments de ce plexus, soit immédiatement avec les prolongements internes des grosses cellules nerveuses, soit par l'intermédiaire de nouveaux grains avec les prolongements externes de ces cellules. Gerlach ne dit pas explicitement si cela s'applique à tous ces prolongements ; il reconnaît seulement que la question de savoir si ces prolongements s'unissent entre eux n'est point résolue. Plusieurs motifs m'empêchent de me rallier à cette manière de voir. Ayant fait récemment de nouvelles recherches sur le cervelet, il m'a été impossible de m'assurer que les grains sont unis aux tubes nerveux ou que ces derniers se divisent, bien que je visse fréquemment les grains pourvus des filaments décrits par Gerlach et que je les tienne pour des cellules. De plus, d'après mes observations, les tubes nerveux de la couche rouillée se comportent tout autrement que ne le décrit Gerlach. Loin de devenir aussi fines qu'il les figure, *un grand nombre d'entre elles traversent toute la couche des grains à l'état de fibres à contours foncés*, très-distinctes, pour former le riche plexus décrit dans ce paragraphe et dont je donne ici la représentation, *plexus dans les mailles duquel les grains sont logés*. Je crois pouvoir assurer aussi *que l'immense majorité de ces fibres, toujours avec leurs contours foncés, passe dans la couche grise,*

et que c'est là seulement qu'elles se terminent. Ces extrémités, comme je l'ai indiqué dans ce paragraphe, se trouvent dans les prolongements des cellules, sans intermédiaire de grains, selon toute apparence. Comme je l'ai dit ci-dessus, je range les grains dans le réticulum de substance conjonctive.

Il résulte de ce qui précède que je suis d'accord avec Gerlach pour ce qui est de l'origine des tubes nerveux du cervelet, que, comme lui, je fais naître des grosses (et aussi des petites) cellules de l'écorce, ce qui, d'après les faits que j'ai signalés précédemment ne pouvait être interprété différemment. Mais d'autre part, outre l'interprétation différente que nous donnons des grains, il y a entre nous ce grand dissentiment, qu'au lieu de faire aboutir *beaucoup* de prolongements d'une cellule à *un seul tube nerveux*, comme Gerlach, je suis d'avis, que *chaque fibre nerveuse ne s'unit jamais qu'à un seul des nombreux prolongements des cellules*. Dans cette manière de voir, au contraire, on s'explique facilement la grande multiplicité des tubes nerveux, malgré le petit nombre des cellules, tandis que dans celle de Gerlach, outre qu'elle est en contradiction avec tout ce que nous savons sur l'origine des nerfs, il n'est pas possible de se rendre compte de cette particularité. S'il m'était permis encore de pénétrer dans le domaine des hypothèses, je serais porté à croire que les tubes nerveux (rares) qui se continuent avec les prolongements internes des grosses cellules, ont une signification physiologique différente de celle des fibres plus nombreuses qui partent des prolongements externes, cas dans lequel les cellules seraient les intermédiaires entre les deux espèces de prolongements. Il ne serait pas impossible non plus que ces derniers tubes devinssent tous des fibres transversales de la protubérance, tandis que les premiers passeraient dans les pédoncules supérieurs et inférieurs. Peut-être aussi existe-t-il des anastomoses entre les prolongements de cellules; mais il m'a été impossible jusqu'ici de voir quelque chose de certain à cet égard, et c'est pour cela que je m'abstiendrai de me prononcer. — Voyez, en outre, pour la structure des circonvolutions du cervelet, les travaux de Hess, Waldeyer, F. E. Schultze, Deiters, Stilling, et celui de Walther sur le bulbe olfactif (*l. i. c.*). Ce dernier observateur croit avoir vu des anastomoses entre les grosses cellules ganglionnaires, qui n'ont encore été signalées par personne, et aussi des fibres nerveuses à contours foncés naissant de ces cellules.

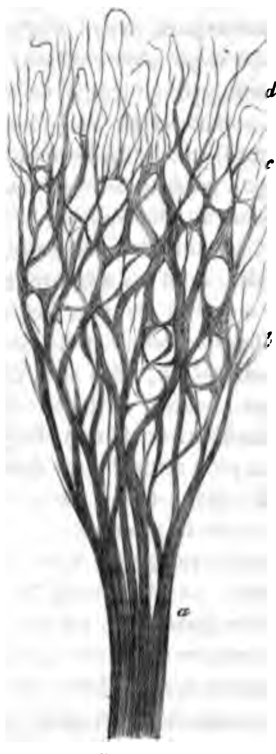


FIG. 204.

§ 114. **Ganglions du cerveau.** — Les trois paires de ganglions du cerveau, c'est-à-dire les *tubercules quadrijumeaux*, les *couches optiques* et les *corps striés*, sont constituées par des amas considérables de substance grise et par des tubes nerveux. Les masses grises sont, ou bien complétement

FIG. 204. — Trajet des tubes nerveux à la surface du cervelet de l'homme. — *a*. Tubes de la substance médullaire blanche. — *b*, Plexus nerveux de la substance ferrugineuse. — *c*, Limites de cette substance. — *d*, Prolongements des tubes à contours foncés dans la couche grise — Faible grossissement.

isolées (corps striés), ou bien unies entre elles et avec des parties grises sous-jacentes (couches optiques, tubercules quadrijumeaux); les fibres nerveuses relient les ganglions, d'une part, avec le cervelet et le bulbe, d'autre part, avec les hémisphères du cerveau.

Le *corps strié* contient deux gros noyaux de substance grise : le *noyau crochu*, qui se trouve en avant et en haut, et le *noyau lenticulaire*, placé en arrière et en bas. Ces deux noyaux sont réunis par leur partie antérieure, où ils forment une masse unique. On y rencontre, en outre, le *noyau vermiculaire* (*nucleus tæniæformis*) avec l'*amygdale*, à la face externe du noyau lenticulaire. Le corps strié est uni principalement avec la racine des pédoncules cérébraux, autrement dite les prolongements des pyramides, dont les nombreux faisceaux blancs s'irradient dans son épaisseur. La *substance grise* du corps strié est composée, comme presque partout, de *cellules nerveuses* et de *fibres nerveuses* fines. Les premières ont 13 à 40 μ de diamètre; elles sont tantôt incolores, tantôt colorées, comme dans le noyau crochu et dans le troisième segment du noyau lenticulaire. Elles présentent de deux à cinq prolongements, en partie ramifiés, et sont d'autant plus nombreuses que la substance grise est plus foncée de couleur.

La plupart des *fibres nerveuses* du corps strié peuvent être rattachées à celles de la racine des pédoncules cérébraux. Ce sont des tubes à contours foncés, qui ont de 2,6 à 11 μ de diamètre, mais le plus souvent 4,5 à 9 μ. Placés parallèlement les uns à côtés des autres, ils pénètrent en ligne droite dans le premier segment du noyau lenticulaire et dans la portion antérieure et renflée du noyau crochu. Si on les poursuit plus avant dans le noyau lenticulaire, on les voit former des faisceaux de divers volumes et s'amincir légèrement, pour traverser directement la substance grise raréfiée des deux premiers segments de ce noyau, et se perdre enfin, en s'irradiant en pinceau, dans le segment externe, le plus volumineux. Ce dernier reçoit, en effet, du deuxième segment des faisceaux blancs, de 90 à 310 μ de largeur, placés les uns à côté des autres et composés de fibres qui ont 2,6 à 4,5 μ; ces faisceaux, légèrement divergents, se divisent en faisceaux plus petits, et se dirigent vers le bord externe du noyau lenticulaire, mais se dérobent à la vue simple avant d'avoir atteint ce bord. Quand on les suit à l'aide du microscope sur des pièces traitées par l'acide chromique, on voit qu'ils s'étendent jusqu'au voisinage de la portion la plus externe du noyau lenticulaire; que peu à peu ils se réduisent en groupes de fibres de plus en plus petits et en fibres isolées, qui s'entrecroisent pour former les plexus les plus variés. *On peut considérer comme un fait certain que ces fibres se terminent là, et qu'elles ne se prolongent nullement dans la substance médullaire des hémisphères;* car l'examen le plus attentif ne montre aucune trace de ce prolongement, qui, s'il existait, ne pourrait échapper à l'observation. Mais encore ici le mode de terminaison des fibres est resté douteux. Tout ce que j'ai pu voir, c'est que les fibres des faisceaux afférents, une fois arrivées dans la troisième section du noyau lenticulaire, s'amincissent graduellement, *comme on peut le voir directement*

grand nombre, au point qu'elles finissent par n'avoir plus que 1,8 μ, ou même 0,9 μ de largeur, et par devenir excessivement pâles; de qu'elles se distinguent à peine des plus fins prolongements des cel- nerveuses, *avec lesquels elles paraissent en effet se continuer.* — La des- tion précédente peut s'appliquer également aux fibres qui s'engagent le noyau crochu, et dont les unes proviennent directement de la des pédoncules cérébraux, les autres, celles de la portion rétrécie noyau, dérivant manifestement du noyau lenticulaire, dont elles déjà traversé les deux premiers segments. Là encore les fibres ne se ent point dans la substance blanche des hémisphères; leurs faisceaux solvent en réseaux de fibres très-fines, presque dépourvues de moelle, robablement en rapport de continuité avec les cellules nerveuses.

tre les fibres nerveuses, certainement très-nombreuses, que nous ve- de décrire, et qui partent des pédoncules cérébraux pour se terminer le corps strié, les noyaux de cet organe en contiennent d'autres, en ortion assez considérable, dont il est très-difficile, quelquefois même ssible d'indiquer l'origine exacte. Je crois cependant être en état de rminer cette origine pour une certaine catégorie de ces fibres. Dans la ion la plus externe des gros noyaux du corps strié, on trouve, sur dif- ntes coupes, une quantité notable de faisceaux assez forts, mais non les à l'œil nu, qui, par leur volume relatif et par le diamètre de leurs s (2,6 à 4,5 μ), se distinguent des fibres pédonculaires, excessivement s et anatosmosées en réseaux à ce niveau. On peut se convaincre ment que toutes ces fibres émanent de la substance médullaire des isphères, et qu'après avoir cheminé dans une certaine étendue au voi- ge des noyaux du corps strié et parallèlement à sa surface, elles s'en- cent dans son épaisseur. Beaucoup d'entre elles vont simplement de ubstance médullaire aux ganglions, et dans ce trajet croisent les mières à angle droit. Ces fibres, réunies en faisceaux, pénètrent plus moins profondément dans la substance grise du corps strié (celles du au lenticulaire ne dépassent pas la masse grise du troisième segment), se terminent, d'après ce que j'ai cru voir, sans s'épanouir notablement, s constituer de plexus et sans s'amincir davantage, mais en formant anses dont les deux chefs sont très-rapprochés l'un de l'autre. Natu- lement je ne veux pas prétendre qu'il s'agisse là d'anses terminales.

S'il est encore facile, en quelque sorte, de démêler la structure du *corps* ié, au moins dans ses traits principaux, il en est tout autrement des *les optiques* et des *tubercules quadrijumeaux*. Cela tient surtout à ce e, dans ces derniers organes, les fibres nerveuses forment des faisceaux ucoup moins distincts, qu'elles sont plus isolées et mélangées d'une ière très-intime avec de la substance grise, circonstances qui empê- nt de les suivre dans une certaine étendue. La substance grise, il est , est facile à étudier encore ici, et ne présente rien de spécial dans ses ents, les cellules nerveuses, si ce n'est qu'elles ont, en général, une ration assez foncée dans les couches optiques, tandis qu'elles sont

pâles dans les tubercules quadrijumeaux. Quant aux fibres nerveuses, il est certain que celles de l'étage supérieur des pédoncules cérébraux, c'est-à-dire les *processus cerebelli ad corpora quadrigemina*, et le prolongement des masses fibreuses longitudinales postérieures du bulbe, plongent dans les ganglions en question ; mais jusqu'ici j'ai toujours échoué quand j'ai voulu déterminer leur trajet avec un peu de précision. Tout ce que je me crois en droit de déduire de mes recherches, c'est *que ces fibres, ou du moins beaucoup d'entre elles, ne se continuent pas avec la masse médullaire des hémisphères et se terminent, au contraire, dans ces ganglions* ; attendu que, d'une part, elles s'amincissent tellement qu'au lieu de 2,6 à 9 μ de diamètre qu'elles avaient d'abord, elles n'ont plus que 2,2 μ, et que, d'autre part, le côté de la couche optique tourné vers les circonvolutions ne présente rien qui indique cette continuité. On doit faire une exception, toutefois, pour la couche blanche qui revêt les ganglions en avant, et qui, peut-être, établit une liaison entre ces ganglions et les hémisphères : les fibres de cette couche ont un diamètre de 2,2 à 6,7 μ et même plus ; elles sont réunies en faisceaux, s'entrecroisent en divers sens dans le plan horizontal, et ne semblent point se terminer dans les ganglions. Les rapports du nerf optique avec les tubercules quadrijumeaux et la couche optique, ceux de la voûte avec cette dernière, sont tout aussi obscurs. Mais nous avons la consolation d'être mieux renseignés sur une autre question, dont la solution n'est pas moins importante. Quand on examine la portion externe de la couche optique, on trouve qu'elle touche à une masse considérable de substance blanche qui, au premier abord, semble être un prolongement de la racine des pédoncules cérébraux, lesquels, passant au-dessous et en dehors de la couche optique, puis entre le noyau lenticulaire et le noyau crochu, plongeraient directement dans la substance médullaire des hémisphères. Mais en y regardant de plus près, on ne tarde pas à se convaincre que, de cette substance blanche, une portion pénètre, comme il a été dit plus haut, dans le corps strié, principalement dans le noyau lenticulaire ; tandis que *l'autre portion s'irradie de dehors en dedans, des hémisphères dans la couche optique*. En effet, de cette substance blanche partent des faisceaux de fibres très-nombreux, visibles, en partie, même à l'œil nu, dans toute la hauteur de la couche optique, et qui se dirigent vers la face supérieure, le bord supérieur et interne et vers le tubercule postérieur (*pulvinar*) de la couche optique, pour se terminer enfin de la même manière que les fibres qui, des pédoncules cérébraux, s'étendent dans le corps strié ; c'est-à-dire que ces faisceaux, qui se composaient d'éléments ayant 2,5 à 5,5 μ, finissent par former des réseaux très-serrés, composés de fibres excessivement fines (0,9 à 1,8 μ de diamètre), qui très probablement s'unissent aux cellules de ces ganglions. Ainsi, *aux cellules de la couche optique viendraient aboutir, d'une part, des fibres des pédoncules cérébraux, d'autre part, des fibres provenant de la substance médullaire des hémisphères, ou, pour mieux dire, les cellules uniraient ces fibres entre elles.*

Je dois dire aussi un mot sur quelques parties qui ont des connexions

avec les ganglions cérébraux. La *substance noire* des pédoncules ux contient des cellules pigmentées tout à fait analogues à celles de nce ferrugineuse, dont elles diffèrent seulement par un diamètre lus petit et par des prolongements moins nombreux ; elles sont en- de fibres très-fines ou d'une certaine grosseur. La *commissure molle* e de petites cellules à un, deux, trois prolongements ou davan- ec un contenu légèrement coloré ; en outre, on y trouve beaucoup très-fines, verticales et horizontales, formant un réseau. Ces fibres général, 2,6 à 3,5 μ de largeur ; mais quelques-unes d'entre elles it moins de 2,2 μ, et d'autres jusqu'à 9 μ. La *glande pinéale* renferme iles pâles, arrondies, sans prolongements, des cellules nerveuses laires, des cellules à prolongements en pinceau (Förster), et quel- es fibres nerveuses de 2,2 à 4,5 μ de diamètre ; de plus, elle con- linairement beaucoup de concrétions (voy. § 315). Les *pédoncules lande pinéale*, ses prolongements antérieurs et la commissure ure sont formés de tubes ayant 2,2 μ à 6,7 μ, en partie aussi de xcessivement fines. Le *plancher du troisième ventricule* présente, atement au-dessous et en arrière de la commissure antérieure, des incolores, les unes très-grosses, les autres plus petites, et munies quatre prolongements, quelquefois très-gros. Ces cellules sont en grand nombre au milieu de riches plexus composés de tubes 2,6 à 0,9 μ de largeur, et se retrouvent avec les mêmes carac- auf le volume, dans les *tubercules mamillaires*, où elles sont éga- mélangées avec des fibres nerveuses très-fines et très-nombreuses, le *tuber cinereum*, où elles sont plus petites encore et n'ont que 18 avec deux prolongements seulement, en général. La *glande pitui-* présente point d'éléments nerveux dans son lobe antérieur, de rouge et développée peut-être dans la paroi d'une excroissance de ueuse pharyngienne que j'ai rencontrée aussi chez les très-jeunes ns humains (*Entwicklgesch.*, fig. 150-162) ; bien plus, Ecker *Blutgefässdrüsen* in *Wagn. Handw.*) y a trouvé les éléments des vasculaires sanguines, c'est-à-dire un *stroma* formé de tissu con- servant de soutien à des vaisseaux sanguins très-serrés et très- voy. Ecker, *l. i. c.*), dans les mailles duquel se voient de grosses es (cellules ?) de 30 à 90 μ de diamètre. Dans ces vésicules se ren- it tantôt des noyaux entourés d'une substance finement grenue, et des cellules distinctes ; quelquefois aussi, chez les gens âgés, une analogue à la substance colloïde. Le lobe postérieur, plus petit, pose d'une substance finement granulée, dans laquelle on trouve llules arrondies, pourvues de prolongements (Luschka), et des ux sanguins ; mais il renferme aussi des tubes nerveux vari- et fins, qui, de même que les vaisseaux sanguins, descendent de libulum. Celui-ci contient encore une cavité, tapissée d'un épi- a vibratile, et représente avec ce lobe, également creux chez l'em- la véritable extrémité antérieure du système nerveux central.

La démonstration de ce fait que les fibres des pédoncules cérébraux se terminent dans les ganglions du cerveau, et que la substance blanche des hémisphères se compose de tubes spéciaux qui, des circonvolutions, s'étendent aux ganglions, et peut-être au bulbe, sans se continuer avec celles des pédoncules cérébraux, cette démonstration me paraît être un des résultats les plus importants auxquels m'ont conduit mes recherches sur le système nerveux central, car elle nous donne la confirmation anatomique de la séparation, soupçonnée depuis longtemps, entre la sphère animale et la sphère psychique des organes centraux, et nous explique pourquoi l'irritation de la substance blanche des hémisphères ne détermine ni douleurs ni mouvements. Je suis heureux de voir mes conclusions à ce sujet confirmées par les résultats des recherches de R. Wagner (*loc. cit.*, p. 43). Cet auteur admet, comme moi, que les fibres des pédoncules cérébraux naissent des cellules nerveuses des couches optiques et des corps striés; les fibres des hémisphères, des cellules de la substance grise de l'écorce et en partie des cellules des ganglions. Mais R. Wagner paraît n'avoir pas non plus observé directement ces origines, chose qui, à mon avis, est presque complétement impossible.

Le *nerf optique*, d'après J. Wagner, naît par deux racines de la couche optique et des tubercules quadrijumeaux. Dans la couche optique, un petit faisceau prend son origine dans le corps genouillé externe, au milieu de cellules généralement bipolaires; un faisceau plus gros provient de la couche optique proprement dite, d'un noyau gris spécial à cellules plus petites, la plupart unipolaires. L'union avec les tubercules quadrijumeaux a lieu par le corps genouillé interne et par un amas de cellules situé dans la portion externe du tubercule quadrijumeau. En outre, le nerf optique reçoit des fibres de la substance perforée externe et de cellules bipolaires de la lame terminale. V. en outre Clarke, in *Proc. Royal Soc.*, t. XI, p. 364.

La *glande pinéale*, d'après Clarke (*l. c.*) ne renferme aucun élément nerveux et consiste simplement en tissu conjonctif et en épithélium transformé.

Pour la structure de la *glande pituitaire*, voyez les nouvelles recherches de Langen et de Henle. D'après ce dernier anatomiste, cette structure est essentiellement la même que celle qu'il a trouvée à la substance médullaire de la capsule surrénale. (*V.* plus loin.)

§ 115. **Hémisphères cérébraux.** — La substance blanche des hémisphères cérébraux, abstraction faite de la substance conjonctive, est composée exclusivement de tubes nerveux de 2,6 à 6,7 μ, en moyenne 4,5 μ de largeur, sans le moindre mélange de substance grise. Ces fibres, dont le véritable trajet est encore fort peu connu, sont rarement réunies en réseaux ou en faisceaux; généralement elles marchent en droite ligne et parallèlement les unes aux autres, s'étendant, sans aucun doute, du corps calleux et des ganglions du cerveau à la substance grise superficielle. Nous ne savons pas si, dans ce trajet, elles se bifurquent ou non. Mais outre ces fibres, et abstraction faite de la commissure antérieure, de la voûte et de l'origine du nerf optique, les hémisphères contiennent d'autres fibres, qui croisent les premières à angle droit et que j'ai pu observer : 1° à la face externe des corps striés, où elles appartiennent en partie aux fibres qui partent des hémisphères pour se terminer dans le corps strié, en partie aussi, peut-être, aux expansions du corps calleux dans le lobe inférieur; 2° dans les couches superficielles de la substance blanche, non loin de la couche grise ; à ce niveau, elles sont assez nombreuses et entremêlées de fibres obliques : je n'ai pu savoir d'où elles proviennent (*laminæ arcuatæ*,

Arnold; *fibræ arcuatæ*, Förg). Y a-t-il d'autres fibres encore, et quelles sont-elles? C'est ce que l'avenir nous apprendra.

Nous connaissons aujourd'hui assez bien la structure intime de la *substance grise des circonvolutions* (voy. ma *Mikr. Anat.*, pl. IV, fig. 2). On peut distinguer parfaitement, dans cette substance, trois couches : une externe *blanche*, une moyenne *grise*, et une interne d'une coloration *rouge jaunâtre*. Cette dernière, dont l'épaisseur est égale à celle des deux autres réunies, est circonscrite ordinairement à sa face externe par une ligne plus claire, quelquefois presque blanche et présente plus en dedans, çà et là, une deuxième couche moins blanche, et plus mince; il existerait donc quatre ou même six couches, qui sont :

1° Couche rouge jaunâtre, portion interne;
2° Première raie blanche;
3° Couche rouge jaunâtre, portion externe;
4° Deuxième raie blanche;
5° Couche grise;
6° Couche blanche superficielle.

La substance grise du cerveau, de même que celle du cervelet, contient dans toute son épaisseur des cellules et des fibres nerveuses, plus cette substance conjonctive d'apparence granuleuse avec des noyaux dont il a été question (§ 108). Les *cellules nerveuses* sont difficiles à découvrir, si ce n'est sur des pièces conservées dans l'acide chromique. Leur forme est assez constante dans les trois couches, en ce sens qu'elles sont le plus souvent pourvues d'un à six prolongements, la plupart ramifiés, qui se terminent par des filaments pâles, excessivement fins, de 0,9 μ de largeur. Elles présentent cependant quelques différences sous le rapport du volume, du nombre, etc.

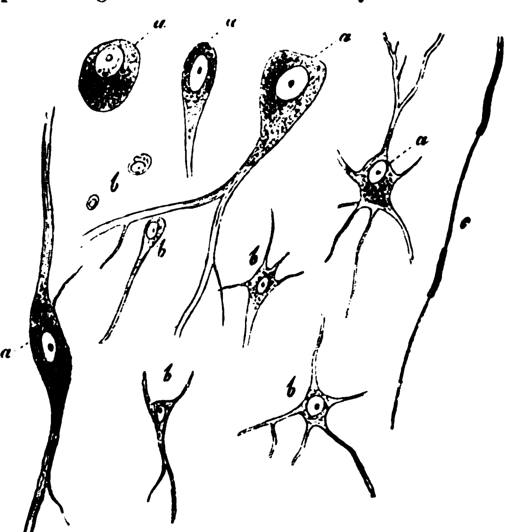


FIG. 205.

Dans la *couche blanche superficielle*, en effet, les cellules sont rares, petites (9 à 18 μ); elles portent un ou deux prolongements et appartiennent probablement en grande partie à la substance conjonctive. La *couche moyenne grise* est la plus riche en cellules; elles y sont réunies en groupes serrés. Leur volume varie entre 9 et 36 μ et même 45 μ (fig. 205), et quant à leur

FIG. 205. — Cellules nerveuses de la portion interne de la couche grise qui recouvre les circonvolutions cérébrales de l'homme. Grossies 350 fois. *a*, grandes cellules; *b*, petites cellules; *c*, fibre nerveuse avec son cylindre d'axe.

forme, elles sont fusiformes, piriformes, triangulaires, quelquefois arrondies; elles ont, pour la plupart, un à six prolongements, habituellement trois, quatre ou cinq. Lorsque ces prolongements font défaut, on peut admettre qu'ils ont été arrachés pendant la préparation, la délicatesse des cellules rendant ces mutilations excessivement difficiles à éviter. — Dans la couche la plus interne, enfin, d'un *rouge jaunâtre*, les cellules, bien que toujours très-nombreuses, redeviennent un peu plus rares; elles ont d'ailleurs la même conformation que dans la substance grise, et présentent un contenu tantôt pâle et tantôt coloré. Les cellules pigmentaires existent surtout dans les couches les plus internes et chez les personnes âgées.

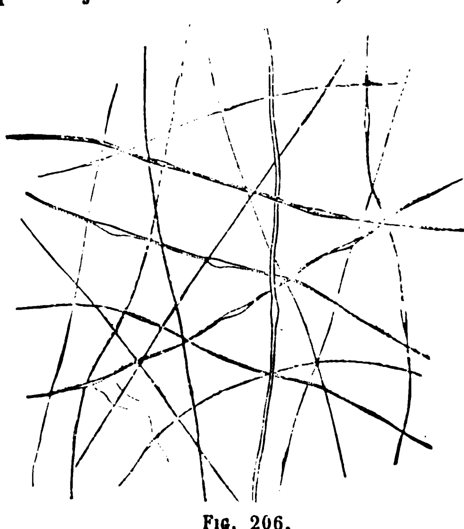


Fig. 206.

Les *tubes nerveux* de la substance grise des circonvolutions proviennent tous, comme il est facile de s'en convaincre, de la substance médullaire des hémisphères, et pénètrent dans la couche d'un rouge jaunâtre en faisceaux rectilignes, parallèles et resserrés les uns contre les autres. Mais là déjà une foule de tubes se détachent des faisceaux et traversent cette couche dans des directions très-variées, principalement dans une direction parallèle à la surface, perpendiculaire, par conséquent, à celle des faisceaux principaux. L'accumulation, sur certains points, de ces fibres horizontales donne naissance aux raies blanches ou pâles que nous avons signalées dans cette couche, raies dont la plus externe se trouve précisément à l'endroit où se perdent les faisceaux qui pénètrent dans la substance grise. En effet, ces faisceaux, émettant ainsi des branches latérales à mesure qu'ils se rapprochent de la superficie, deviennent de plus en plus minces, ce à quoi contribuent aussi l'amincissement et la dispersion de leurs éléments; si bien que, arrivés dans la substance grise, ils se dérobent à la vue. Mais un examen attentif permet de les poursuivre même dans cette couche, où ils forment des fibrilles extrêmement fines, entrelacées, et conservant à peine des contours foncés. Un très-petit nombre des fibres arrivées dans la couche grise conservent leur largeur et leurs contours foncés, et traversent cette couche directement ou obliquement, pour pénétrer dans la couche blanche la plus externe, où elles deviennent horizontales. Dans cette dernière, en effet, on trouve une quantité considérable

Fig. 206. — Tubes nerveux très-fins de la substance blanche la plus superficielle du cerveau humain. Grossissement de 950 diamètres.

le tubes fins, très-fins ou d'une finesse extrême (fig. 206), qui s'entre-:roisent dans différentes directions et forment plusieurs plans superpo-iés. La plupart de ces tubes proviennent évidemment de ceux qui ont imergé de la couche d'un rouge grisâtre, quelques-uns peut-être, vers la ase du cerveau, du genou du corps calleux, comme l'admet Remak. Dans juels rapports ces fibres se trouvent-elles avec les cellules dans la sub-tance blanche? Nous l'ignorons complétement. Il est évident, cependant, qu'un certain nombre d'entre elles se recourbent pour retourner dans la ouche d'un rouge grisâtre d'où elles sont venues; en d'autres termes, qu'elles forment *des anses*, que Valentin a décrites le premier, et que j'ai rès-souvent constatées parfaitement sur des préparations conservées dans 'acide chromique et traitées par la soude. J'ai vu également, dans la ouche d'un rouge grisâtre, des anses isolées à chefs très-rapprochés, et lont la convexité était tournée vers la surface du cerveau; naturellement e les considère aussi peu comme des terminaisons de fibres que les pré-édentes. — Les fibres qui composent les faisceaux de la couche rouge grisâtre, ont, à leur origine, 2,6 à 6,7 μ de largeur; mais elles finissent resque toutes par se réduire à 2,2 μ et prennent, dans la couche grise, le alibre des tubes nerveux les plus fins, c'est-à-dire 0,9 à 1,8 μ. Les fibres qui se détachent de ces faisceaux à la face interne de la couche rouge gri-âtre ont quelquefois le même diamètre que celles des faisceaux eux-nêmes; telles sont les fibres de la couche blanche la plus épaisse. D'autres ois elles sont plus fines. En général, les fibres qui, des vaisseaux, vont dans a couche blanche superficielle, sont également d'un certain calibre et itteignent jusqu'à 6,7 μ de largeur. Beaucoup de ces dernières forment des inses; mais on trouve aussi dans cette couche des fibrilles excessivement ines, n'ayant que 0,9 μ. — Quant à des rapports de continuité entre les :ellules et les tubes nerveux de la substance corticale du cerveau, j'ai fait le vains efforts pour en découvrir. Nulle part, cependant, ils ne m'ont iaru plus vraisemblables que dans cette substance, où les fibres nerveuses, urtout celles de la couche grise, revêtent un aspect presque identique avec :elui des prolongements de cellules, et dans laquelle elles se terminent bien :ertainement. On trouve là un nombre infini de tubes nerveux tellement ins et pâles, qu'on les rangerait difficilement parmi les fibres nerveuses, ie fussent leur trajet, plus direct que celui des prolongements de cellule, it leur aspect, légèrement variqueux, surtout après addition de soude. *Si, dans un point du système nerveux central, les fibres naissent de cellules, e doit être certainement dans la couche grise.* On comprend cependant que :ette origine puisse ne pas tomber sous les sens, quand on songe à la énuité extrême des parties dont il est question ici.

Le *corps calleux*, *corpus callosum*, contient dans sa partie antérieure, au-dessus de la cloison transparente, de la voûte et du corps strié, des ignes grisâtres éparses au sein de la substance blanche, et dans lesquelles e microscope ne montre pas de cellules, mais seulement des noyaux de 1,7 à 9 μ de diamètre, disséminés au milieu d'une foule de tubes ner-

veux analogues à ceux qu'on rencontre dans le réticulum conjonctif des autres parties de la substance blanche, mais plus nombreux. De plus, Valentin (*Nervenl.*, p. 244) a vu quelquefois, à la surface du corps calleux, entre le raphé et les *tractus longitudinaux*, une couche grise fort mince, contenant des cellules nerveuses très-pâles, et paraissant être la même chose que la *bandelette cendrée*, qui se continue avec le corps gaudronné du pied d'hippocampe (Voy. Arnold, *Bemerk.*, p. 87.) Partout ailleurs, le corps calleux ne contient que de la substance médullaire, composée de fibres nerveuses parallèles entre elles et présentant le même aspect et le même diamètre que celles de la masse centrale des hémisphères. Il en est de même de la commissure antérieure et de la voûte. Celle-ci entre très-fréquemment en contact avec de la substance grise; c'est ce qui a lieu dans la couche optique, dont le tubercule antérieur donne naissance à la racine descendante de la voûte; dans le corps mamillaire (v. plus haut, p. 394); à l'origine de la racine ascendante; au plancher du troisième ventricule, vers lequel s'étendent quelques faisceaux délicats de la racine ascendante, et à l'union de la voûte avec la cloison transparente. Cette cloison, revêtue sur ses deux faces d'une couche épaisse de tissu conjonctif ordinaire, avec beaucoup de corpuscules amylacés (v. p. 413), se compose, comme le *tuber cinereum*, d'un réseau très-riche de fibres extrêmement fines et de cellules nerveuses.

Les fibres des portions blanches de la voûte mesurent 1,8 à 11 μ, mais le plus souvent 4,5 à 6,7 μ; celles de la partie supérieure de la couche optique et du tubercule mamillaire sont de l'espèce la plus fine, et n'ont que 0,9 à 2,2 μ. La *corne d'Ammon* et l'*ergot* présentent à peu près la même structure que les hémisphères; mais la substance grise de la première renferme une traînée particulière, formée principalement de cellules sphériques, fortement serrées les unes contre les autres, traînée que Kuppler décrit aussi chez le lapin et que je range dans la substance conjonctive, en la comparant à celle de la couche rouillée du cervelet.

L'origine et les connexions du nerf olfactif seront étudiées plus tard, avec l'organe sensoriel auquel il est destiné.

Relativement *aux origines des fibres nerveuses* dans le cerveau, il m'a été impossible jusqu'ici de voir quelque chose de net chez l'homme. Je n'en suis pas moins convaincu qu'il y a là, en beaucoup de régions, des cellules donnant naissance à des fibres. En fait, R. Wagner et Leuckart prétendent avoir observé sur l'homme que les prolongements des cellules rameuses qu'on trouve dans la substance ferrugineuse se continuent avec des fibres nerveuses (*Gött. Anz.*, 1850, N° 13; v. Ecker, *Icones phys.*, pl. XIV, fig. 3), et je tiens du professeur Domrich qu'il a vu la même chose dans la substance corticale du cervelet, fait confirmé par Walther. Plus récemment, R. Wagner (*Gött. Nachr.*, octobre 1851) a trouvé que, dans l'organe électrique de la torpille, les corpuscules ganglionnaires rayonnés fournissent un prolongement, rarement deux, non ramifié, qui devient une fibre à contours foncés. Wagner explique cette continuité en disant que le prolongement de la cellule pénètre dans le tube nerveux, dont il devient le cylindre d'axe. Il est d'accord en cela avec Leydig, qui a vu ces mêmes rapports dans le cervelet d'un squale, et avec Stannius, qui a fait la même observation sur le pétromyzon. Mais dans la plupart

s cas de Wagner, le point où se fait la transition était plus ou moins altéré. Le ssin de Leydig (*Plagiost.*, I, fig. 8) me paraît, au contraire, parfaitement exact, et e des figures de Wagner lui ressemble très-bien (*loc. cit.*, fig. 7 B, e). Plus tard, 'agner paraît avoir conçu des doutes relativement à ces observations; du moins t-il (*Neurol. Unt.*, p. 162, note) que les cas où, comme dans ceux qui ont été mennés, les prolongements de cellules se continuent avec des fibres primitives larges, nt des plus rares, et qu'en général ce ne sont que les fibrilles les plus fines qui se ntinuent avec les prolongements de cellules ganglionnaires. Je crois avoir le premier montré (*Mikr. Anat.*, II) que dans les régions de l'encéphale où il est présumable e des fibres nerveuses naissent de cellules, telles que l'écorce du cervelet et du cerau, le corps strié et la couche optique, les *tubes nerveux à contours foncés se termint par des filaments pâles extrêmement fins, qui ressemblent presque complétement x prolongements cellulaires, dont les ramifications deviennent également d'une finesse trême*, et depuis longtemps j'ai insisté sur ce fait que *s'il existe des fibres naissant cellules, leur origine ne peut avoir lieu que par ces filaments*. Dans ces conditions, mme il est facile de le comprendre, démontrer qu'un tube à contours foncés naît ne cellule nerveuse constitue un des problèmes les plus difficiles à résoudre, et ne crois pas que quelqu'un puisse se vanter d'avoir observé réellement cette orie. Je ne nie pas, du reste, que des fibres d'un certain volume naissent directent de cellules dans certaines régions de l'encéphale humain, et d'ailleurs de telles sitions sont prouvées par les nouvelles observations de Deiters, pour le bulbe, la tubérance et l'écorce du cervelet (pour le prolongement des grosses cellules qui dirige en dedans). Du reste, Deiters lui-même, malgré sa tendance évidente à montrer que partout les cellules centrales offrent le même type que celles de la elle (v. plus haut), n'a point osé affirmer la même chose pour le cerveau, car il borne à faire remarquer (p. 96) que là aussi il y a des cellules qui ne s'éloignent e légèrement du schème général. Comme, d'après les données de Deiters luime, des exceptions, c'est-à-dire des cellules qui se continuent directement avec cylindre d'axe à leurs deux pôles (p. 95), se rencontrent aussi dans le cervelet, devra reconnaître comme possible également pour le cerveau qu'il s'y présente utres dispositions que dans la moelle, et il ne me paraît pas convenable de placer tes les cellules nerveuses dans le même moule. Ce qu'on peut dans tous les cas rmer nettement pour le cerveau, c'est qu'il n'y a pas encore un seul fait qui semprouver qu'il n'y a là pour les cellules que de simples prolongements du cylindre xe, et d'une manière générale il me semble que tout l'ensemble du système de ters n'a peut-être pas l'importance qu'il lui assigne. Il se pourrait que les prolonnents cylindres d'axe de Deiters ne se montrassent que là où des fibres nerveuses umineuses, particulièrement des nerfs périphériques, naissent directement des lules, et que partout ailleurs les filaments ténus des prolongements ramifiés se nsforment en tubes très-fins, à contours foncés, disposition qui peut-être se trouve lement dans les cellules à prolongements cylindres d'axe. Dans ce cas, la loi gérale serait celle-ci : les prolongements des cellules nerveuses se continuent avec s fibres nerveuses, à savoir les prolongements ténus avec des fibres fines, les gros longements avec des tubes larges ; mais il resterait toujours à se demander si *tous* prolongements de cellules se comportent ainsi, ou si certains d'entre eux, sans venir des tubes à contours foncés, servent simplement à unir des cellules entre es. On ne saurait s'empêcher d'admettre aussi de telles connexions dans l'encéle ; je suis donc porté à admettre que certaines *anastomoses entre cellules trèsignées*, par exemple, celles de l'écorce et des ganglions de l'encéphale, des diverses convolutions de l'écorce du cerveau, celles du cervelet et du bulbe, etc., ont lieu des *fibres à contours foncés*, les *anastomoses entre cellules rapprochées* (cellules noyaux moteurs et sensitifs du plancher du quatrième ventricule, cellules des erses circonvolutions, cellules de l'écorce du cervelet) par des *réseaux de prolonents pâles*.

Quant aux *anses* que j'ai observées dans le corps strié et dans l'écorce du cerveau,

il est certain qu'elles ne sont pas des terminaisons, mais de simples réflexions des fibres, dont la signification est encore incertaine. Plusieurs auteurs ont vu des fibres *se diviser* dans le système nerveux central; ainsi, avant ces derniers temps, Ehrenberg, Volkmann, E. H. Weber, plus récemment Hessling (*Fror. Notizen*, avril 1849, *Jenaische Ann.*, I, p. 283), E. Harless (*ibid.*, p. 284) et Schaffner (*Zeitschr. f. rat. Med.*, IX) ont décrit la même disposition dans le cerveau de divers animaux vertébrés, notamment à la limite entre la substance blanche et la substance grise. Je ne veux pas jeter de doute sur l'exactitude de ces observations; je ne puis cependant m'empêcher de faire remarquer que j'ai toujours cherché en vain, dans le cerveau de l'homme, ces bifurcations des fibres nerveuses, bien que j'aie examiné des centaines de fibres de la substance grise, et cela en me plaçant dans les meilleures conditions possibles. Mais je dois dire que j'en ai trouvé, comme d'autres auteurs (v. plus haut) dans la moelle épinière, assez rarement il est vrai (voy. *Mikr. Anat.*, II, 1, p. 429).

Une découverte qui paraît devoir exercer une grande influence sur nos connaissances touchant le trajet des fibres nerveuses dans les organes centraux, est celle de Türck (*Sitz. der Wien. Akad*, 1851; mars, juin 1853). Cet observateur a trouvé que, dans quelques maladies du cerveau et de la moelle, certains groupes de fibres subissent des dégénérescences, et que notamment il s'y développe des cellules granulées. Je crois que l'emploi de l'acide chromique sera très-utile dans l'étude des pièces pathologiques de ce genre.

Dans l'état actuel de nos connaissances, toute théorie un peu complète sur les connexions des éléments de l'encéphale est certainement prématurée, et l'on ne peut que nuire à la science en allant trop loin dans cette voie. Tout ce que je me permettrai d'établir, c'est que : 1° un très-grand nombre des fibres des pédoncules cérébraux se terminent dans les cellules du corps strié et de la couche optique et ne pénètrent pas dans la substance médullaire des hémisphères; 2° les fibres de la substance médullaire des hémisphères qui font partie de la couronne radiée naissent des cellules de l'écorce et se terminent dans la couche optique, probablement aussi dans les tubercules quadrijumeaux, la protubérance et le bulbe, et cela vraisemblablement dans les cellules de ces régions; 3° le corps strié reçoit aussi, en moindre quantité que la couche optique, des fibres des hémisphères; jusqu'ici il a été impossible de démontrer la terminaison de ces fibres; 4° les fibres du corps calleux sont probablement des fibres commissurales pour les cellules nerveuses de l'écorce des deux côtés; 5° les fibres arquées des circonvolutions sont probablement des commissures pour les cellules des circonvolutions voisines. — Ces propositions forment au moins un cadre dont la physiologie peut tirer quelque parti, et qu'on peut espérer de voir se compléter de plus en plus.

§ 116. **Enveloppes et vaisseaux du système nerveux central.** — A. *Enveloppes.* — 1° *Moelle épinière.* — La *dure-mère* (*meninx fibrosa*) est une membrane blanc jaunâtre, brillante, par place, à la manière des tendons, dense, passablement élastique, et composée, en proportions à peu près égales, de faisceaux parallèles de tissu conjonctif, en général longitudinaux, et de réseaux de fibres élastiques fines. En avant, la dure-mère, de moitié au moins plus mince qu'en arrière, est unie assez intimement, par sa face externe, avec le *ligament longitudinal postérieur* de la colonne vertébrale; en arrière et sur les côtés, elle est libre d'adhérences et séparée des arcs vertébraux, revêtus de leur périoste, par un intervalle dans lequel on trouve un tissu conjonctif lâche, à faisceaux anastomosés, ayant à peine plus de 9 à 11 μ de largeur (tissu conjonctif réticulé), plus rarement entremêlé de fibrilles élastiques (longitudinales ou entourant les faisceaux) et

uscules de tissu conjonctif arrondis ou fusiformes ; ce tissu conenferme, en outre, des lobules plus ou moins considérables d'une souvent gélatineuse et transparente, contenant des cellules pleines n. Les vaisseaux qu'on rencontre dans cet espace sont les plexus que tout le monde connaît, et des vaisseaux plus petits ou même aux de capillaires très-fins, contenus dans le tissu conjonctif lui-La face interne de la dure-mère, d'après l'opinion générale, serait par le feuillet externe de l'arachnoïde ; mais on ne trouve sur e qu'un épithélium composé de cellules à noyau polygonales et , qui reposent immédiatement sur la couche la plus interne de la ère. Le *ligament dentelé* est dépourvu d'épithélium et, de même andelette épaissie de la pie-mère sur laquelle il s'insère, il a tout . structure de la dure-mère.

hnoïde spinale n'est pas formée, comme on le dit habituellement, illet externe, uni à la dure-mère, et d'un feuillet interne ou libre; ompose d'une simple couche, répondant au feuillet interne des C'est une membrane excessivement fine, transparente, qui offre e trajet et la même étendue que la dure-mère. Sa face externe est a dure-mère, en arrière et sur la ligne médiane de la région cerar des filaments assez solides en haut, beaucoup plus faibles en tout ailleurs, elle est complétement lisse, ce qu'elle doit à son épi, qui ressemble parfaitement à celui de la dure-mère; elle s'appliplement contre cette dernière membrane, comme fait la plèvre aire par rapport à la plèvre costale. La face interne de l'arachnoïde ement lisse, mais dépourvue d'épithélium; elle est séparée de la et de la queue de cheval par un espace considérable, appelé *espace chnoïdien*, mais elle envoie de nombreux filaments à la pie-mère et ines nerveuses, filaments qui, abstraction faite de ceux qui accom. les vaisseaux et nerfs, sont accumulés principalement sur la ligne e postérieure, où ils sont rangés en série et forment même, notamla région cervicale, une cloison perforée ou complète. Quant à sa e intime, l'arachnoïde est composée essentiellement de faisceaux conjonctif anatosmosés en réseau, de 4 à 9 μ de largeur et formant elles, dont les extérieures sont constituées par des faisceaux plus utour de ces faisceaux s'enroulent ordinairement des fibres élastie telle façon que lorsqu'ils ont été gonflés par l'acide acétique, ils ent une série de renflements en chapelet (fig. 36). Ces fibres sont fois très-fines ou manquent complétement ; certains faisceaux ient également des fibres élastiques dans leur épaisseur.

embrane vasculaire ou *pie-mère* s'applique étroitement sur la moelle e et sur l'épendyme du *filum terminale*, pénètre dans les scissures ure et postérieure, d'où elle envoie des prolongements très-minces paisseur de la moelle, et fournit des gaines délicates aux racines es. La pie-mère contient principalement du tissu conjonctif ordidont les fibrilles forment des faisceaux parallèles, rarement ana-

stomosés; on y trouve, en outre, un grand nombre de noyaux, souvent linéaires, et quelques rares fibrilles élastiques. Çà et là on rencontre dans cette membrane des cellules pigmentaires, jaunes ou brunes, irrégulièrement fusiformes, très-fines à leurs extrémités et mesurant de 90 à 1,10 μ en longueur. Ces cellules s'accumulent souvent en quantité considérable dans la région cervicale de la pie-mère, à laquelle elles donnent une couleur brune ou même noirâtre.

2° *Encéphale.* — Les méninges de l'encéphale, considérées d'une manière générale, ressemblent à celles de la moelle; elles s'en distinguent cependant par quelques particularités. La *dure-mère crânienne*, composée de la dure-mère proprement dite et du périoste interne du crâne, et qui est la continuation directe des membranes correspondantes de la colonne vertébrale, confondues ensemble au niveau de l'atlas, est plus épaisse, en général, et d'un blanc plus éclatant que la dure-mère rachidienne. Sa face externe, ou son feuillet périostique, est blanc jaunâtre, rugueux et plus ou moins adhérent aux os; il sert de soutien aux *vaisseaux méningés* d'un certain volume, et se montre, d'ailleurs, plus vasculaire que la véritable dure-mère, à laquelle il est très-lâchement uni dans le jeune âge, et dont on peut quelquefois le séparer par places, même chez l'adulte, excepté au niveau des sinus. Le feuillet interne est moins vasculaire, d'un blanc plus éclatant; en beaucoup d'endroits, il a le brillant des tendons; sa face interne est lisse et généralement égale. C'est du feuillet interne que partent les prolongements qui constituent la grande et la petite faux, la tente du cervelet, et c'est entre les deux feuillets que se trouvent, à peu d'exceptions près, tous les sinus de la dure-mère. — Les deux feuillets sont formés d'un tissu conjonctif analogue à celui des tendons et des ligaments. Les faisceaux de ce tissu sont généralement peu distincts et se composent de fibrilles parallèles, auxquelles se mêlent un grand nombre de fibres élastiques fines. Tantôt ils s'étendent sur un assez long trajet sans changer de forme, et tantôt, comme dans les sinus, ils constituent un grand nombre de petits filaments tendineux, qui s'entrecroisent dans toutes les directions. La face interne de la dure-mère est tapissée d'une couche multiple, d'après Henle, double, d'après Luschka, de cellules épithéliales pavimenteuses, de 11 μ à 13 μ de diamètre, et contenant un noyau arrondi ou ovalaire, de 4 à 9 μ. Cet épithélium ne repose sur rien de spécial qu'on puisse considérer comme le feuillet pariétal de l'arachnoïde. (Voy. Luschka, *Seröse Häute*, p. 64.)

L'*arachnoïde crânienne* diffère de celle de la moelle moins par sa structure que par son trajet. Il est vrai qu'ici encore on ne peut démontrer qu'un seul feuillet, répondant au feuillet viscéral des auteurs et appliqué exactement contre la dure-mère; mais ses rapports avec la pie-mère sont bien plus intimes. En effet, au lieu d'être unie à celle-ci, comme dans la moelle, seulement par des fibres et des lamelles isolées, l'arachnoïde crânienne adhère et même se confond avec elle en une foule d'endroits, notamment sur toutes les circonvolutions et sur toutes les parties sail-

lantes de la base de l'encéphale; là même où les adhérences sont moins intimes, les deux membranes sont unies entre elles par une foule de prolongements. Aussi ne trouve-t-on pas, dans le crâne, un espace sous-arachnoïdien continu, mais bien un certain nombre d'espaces plus ou moins considérables, qui ne communiquent pas tous entre eux. Les plus considérables de ces espaces, situés entre le cervelet et le bulbe, et au-dessous de la protubérance, des pédoncules cérébraux, de la scissure de Sylvius, etc., communiquent directement, les premiers du moins, comme Virchow et moi l'avons vu, avec l'espace sous-arachnoïdien de la moelle épinière; tandis que les plus petits, placés dans les anfractuosités, au-dessus desquelles l'arachnoïde forme comme un pont, peuvent bien communiquer entre eux, mais sont indépendants, pour la plupart, des grands espaces dont nous venons de parler, contrairement à l'assertion de Luschka. En outre, au niveau des circonvolutions, où l'arachnoïde est adhérente à la pie-mère, elle renferme une foule de petits espaces. Nulle part il n'existe de continuité entre l'arachnoïde et la membrane qui revêt les ventricules; c'est ce que Henle avait déjà parfaitement indiqué.

La structure de l'arachnoïde encéphalique est la même que celle de l'arachnoïde spinale, si ce n'est que les faisceaux anastomosés et les fibres élastiques qui les entourent sont généralement plus volumineux dans la première, où ils atteignent jusqu'à 2,2 et même 4,5 μ de largeur. Souvent aussi ces faisceaux présentent des espèces de gaînes formées d'un tissu conjonctif plus homogène, au-dessous desquelles se déposent parfois des granulations graisseuses ou pigmentaires. La face externe de l'arachnoïde est recouverte d'un épithélium en tout semblable à celui de la dure-mère.

La *pie-mère encéphalique* est plus vasculaire, mais plus délicate que celle de la moelle; elle tapisse toutes les éminences, toutes les dépressions de la surface de l'encéphale, à l'exception du sinus rhomboïdal, au-dessus duquel elle forme une espèce de pont, en s'étendant du *calamus scriptorius* à la luette et aux valvules de Tarin, pour constituer la *toile choroïdienne* inférieure et se réfléchir ensuite sur la face inférieure du vermis inférieur et des tonsilles. La pie-mère ne pénètre dans l'intérieur de l'encéphale que par un seul point, c'est-à-dire par la fente transversale du cerveau (*grande fente cérébrale*) où, tapissant les veines de Galien et la glande pinéale, elle s'enfonce au-dessous du genou postérieur du corps calleux, forme la toile choroïdienne supérieure et le plexus choroïde du troisième ventricule, puis, passant au-dessous de la voûte, donne naissance aux plexus vasculaires des ventricules latéraux, plexus qui communiquent avec la pie-mère de la base du cerveau, entre les pédoncules et le lobe inférieur du cerveau. Quant à la véritable structure de la pie-mère, on peut dire que cette membrane est tellement riche en vaisseaux, que sur certains points le tissu conjonctif qui leur sert de gangue ne vient qu'en seconde ligne. Rarement ce tissu conjonctif est nettement fibrillaire, comme celui de la moelle épinière; en général, il est plus homogène et se rapproche du tissu conjonctif développé incomplétement; il contient

quelques rares cellules de substance conjonctive, mais il est dépourvu de fibres. Çà et là, cependant, on trouve aussi, dans la pie-mère, des faisceaux réticulés de tissu conjonctif; ainsi, par exemple, autour des veines de Galien, de la glande pinéale, des vaisseaux d'un certain volume, et aussi sur le cervelet. De même qu'autour de la moelle, on rencontre ici des *cellules pigmentaires* fusiformes, principalement sur le bulbe rachidien, sur la protubérance, et plus en avant sur la base, jusque dans la scissure de Sylvius, où j'ai vu même ces cellules dans la tunique externe des petites artères.

Les portions de la pie-mère qui sont en rapport avec les cavités cérébrales, la toile choroïdienne et les plexus choroïdes ont exactement la même structure que les autres, si ce n'est qu'elles se composent, les plexus surtout, presque uniquement de vaisseaux, et que leur surface libre est revêtue d'un épithélium. Celui-ci est formé d'une couche simple de cellules polygonales, arrondies, de 18 à 22 μ de diamètre et de 6 à 9 μ d'épaisseur, cellules qui contiennent habituellement, outre un noyau sphérique, des granulations jaunâtres, souvent très-abondantes, et une ou deux gouttelettes graisseuses foncées, de 2 à 4,5 μ de diamètre. Des angles de la plupart de ces cellules, suivant Henle, s'étendraient vers la couche de tissu conjonctif des plexus, des prolongements courts, étroits, transparents, et terminés en pointe comme des épines. D'un autre côté, Valentin (*Physiol.*, 2e éd., 2e partie, page 22) affirme que chez les mammifères (et chez l'homme), ces cellules portent des *cils vibratiles*, observés également par Stannius, Luschka et moi, du moins sur les embryons. Au-dessous de l'épithélium, on rencontre une couche mince ayant l'aspect du tissu conjonctif homogène, puis un peloton très-serré de vaisseaux de divers calibres, entre lesquels on ne distingue point de tissu conjonctif proprement dit, mais simplement une substance unissante transparente et homogène.



FIG. 207.

Toutes les portions des cavités encéphaliques qui ne sont point unies à des prolongements de la pie-mère, c'est-à-dire le plancher du quatrième ventricule, l'aqueduc de Sylvius, le plancher et les parois latérales du troisième ventricule, le ventricule de la cloison transparente et son prolongement postérieur, au-dessous du corps calleux (sixième ventricule de Strambio), la paroi supérieure des ventricules latéraux, la corne antérieure et la corne postérieure, une portion notable de la corne descendante, le canal de la moelle, et, chez l'embryon, la cavité du bulbe olfactif et du lobe postérieur du corps pituitaire, toutes ces parties sont tapissées d'une membrane spéciale, appelée *épendyme des ventricules* (fig. 207). L'épendyme est

FIG. 207. — Ependyme de l'homme, A, du corps strié. 1, vu de face; 2, vu de profil; *a*, cellules épithéliales; *b*, fibres nerveuses sous-jacentes.
B, Cellules épithéliales de la commissure molle. Grossissement de 350 diamètres.

ı simple épithélium pavimenteux, qui devient cylindrique par place, omme dans l'aqueduc de Sylvius (Gerlach) et peut-être dans d'autres ré- ons, garni de cils vibratiles d'après Purkyně et Valentin (*Müll. Arch.*, 336; *Val. Repert.*, 1836, p. 156), et d'après ce que nous avons été à même constater dernièrement, sur un supplicié, pour l'extrémité postérieure ı sinus rhomboïdal (voy. *Würzb. Verh.*, t. V) et Gerlach pour l'aqueduc Sylvius, à tous les âges. Cet épithélium, à l'état normal, repose immé- atement sur la substance nerveuse, du moins en beaucoup de régions; ais il est si fréquent de voir se développer au-dessous de lui, notamment . niveau de la voûte, de la lame cornée et sur la cloison transparente, ıe couche de substance conjonctive fibroïde, de 22 à 110 μ d'épaisseur, l'on peut admettre, avec Virchow, que cette couche est presque constante un certain âge. Gerlach a trouvé la couche en question dans l'aqueduc de ylvius, chez les enfants, et y a constaté l'existence de cellules étoilées ıalogues aux corpuscules de tissu conjonctif, *avec lesquelles les cellules ithéliales étaient unies par de longs prolongements* (l. I, pl. VI). — Dans le oisième ventricule, l'épithélium présente de grosses cellules, de 18 à 20 μ diamètre, munies d'un noyau de 6,7 μ et de granulations ou d'amas pig- entaires. Dans les ventricules latéraux, les cellules n'ont que 11 à 16 μ, ıais elles sont presque aussi épaisses que larges, et elles contiennent un oyau arrondi et un assez grand nombre de granulations jaunâtres, en énéral amassées dans leur partie centrale. L'orifice par lequel, d'après uschka, ainsi que d'après Magendie, le quatrième ventricule communi- uerait avec l'espace sous-arachnoïdien, me paraît artificiel.

Les *vaisseaux* des membranes que nous venons de décrire, se compor- ent diversement dans chacune d'elles. Pour ce qui est de la dure-mère ıchidienne, en faisant abstraction des artères et des veines qui s'appli- uent à sa face externe, ou qui la perforent, on n'y rencontre que très- eu de vaisseaux sanguins; elle ressemble, sous ce rapport, à une aponé- rose ou à une membrane tendineuse. Mais entre la dure-mère et le érioste du canal rachidien, se trouvent les *plexus veineux*, ainsi que quel- ues petits rameaux vasculaires répandus dans le tissu adipeux, et sur squels nous n'insisterons pas. Dans le crâne, au contraire, la dure-mère, articulièrement son feuillet externe, qui répond au périoste, est pourvue e nombreux vaisseaux, destinés à fournir, les uns, à sa propre nutrition, s autres à celle des os crâniens, auxquels ils envoient une foule de ra- ıeaux; elle sert de soutien aux artères méningées, tandis que ses veines amènent aussi une partie du sang provenant des parois osseuses. En outre, ı dure-mère crânienne loge dans son épaisseur les *sinus veineux*. On ap- elle ainsi de simples cavités creusées dans la membrane fibreuse, et leines de sang. Ces cavités, tapissées d'un épithélium, sont comprises videmment, pour la plupart, entre le feuillet périostique et la dure-mère roprement dite, et répondent, par conséquent, par leur siége aux plexus eineux de la colonne vertébrale. L'*arachnoïde*, tant de la moelle que de encéphale, ne possède point de vaisseaux propres (voy. Luschka, *loc. cit.*,

p. 71). La pie-mère de ces deux organes, au contraire, renferme non-seulement les nombreuses divisions vasculaires de la substance nerveuse elle-même, mais encore des vaisseaux qui lui appartiennent en propre et qui forment des réseaux capillaires assez serrés. En effet, dans une portion de la pie-mère, c'est-à-dire dans les plexus vasculaires, toutes les ramifications vasculaires occupent l'épaisseur même de la membrane, et les ramuscules qui pénètrent dans l'intérieur de la substance nerveuse sont d'une importance secondaire.

Les enveloppes du système nerveux central reçoivent des *nerfs*, au moins dans quelques-unes de leurs parties. Dans la dure-mère crânienne, il y a des rameaux nerveux qui se trouvent contenus dans le feuillet périostique et accompagnent assez régulièrement les artères méningées. Ce dernier fait est très-évident sur l'artère méningée moyenne, qui est accompagnée, d'une part, de filets du grand sympathique, d'autre part, d'un nerf particulier, qu'Arnold a vu le premier (*N. épineux*, Luschka), et qui, d'après Luschka (*loc. cit.*), provient de la branche inférieure du trijumeau. Les filets gris accompagnent les vaisseaux dans leur distribution, le nerf épineux semble destiné spécialement aux os. D'un autre côté, Purkyně a trouvé également des nerfs sur les artères méningées antérieure et postérieure, et depuis longtemps Arnold a décrit le nerf de la tente du cervelet, émané de la cinquième paire et se rendant dans les grands sinus de la dure-mère, ainsi que Pappenheim et Luschka (*loc. cit.*) viennent de le montrer. Les éléments de ce dernier nerf, qui offre une couleur blanche, et ceux du nerf épineux de Luschka sont les mêmes que ceux du trijumeau; quant aux autres, ils ne contiennent que des fibres fines. Dans tous on rencontre des tubes nerveux qui se bifurquent. Plus tard, Arnold décrivit (*Icon. nerv. capitis*, 2e éd.) un autre nerf accompagnant l'artère méningée moyenne et provenant du maxillaire supérieur, et un rameau récurrent du nerf vague, allant aux sinus transverse et occipital. Enfin Luschka et Rüdinger ont décrit un rameau de l'hypoglosse qui s'en détacherait dans le trou condylien antérieur, pour suivre le trajet de l'artère méningée postérieure. Ni Purkyně ni moi n'avons pu trouver de nerfs dans la dure-mère rachidienne; mais Rüdinger paraît avoir été plus heureux; car il a vu dans cette membrane et des nerfs indépendants et des nerfs accolés aux vaisseaux. De nombreux filets nerveux se rencontrent, comme il a été dit précédemment, dans le périoste du canal vertébral et sur les artères qui se rendent dans les vertèbres ou à la moelle épinière, comme aussi dans les sinus veineux et dans le tissu adipeux lâche du canal rachidien (Luschka et Rüdinger).

Je n'ai jamais vu de nerfs dans l'*arachnoïde* elle-même, mais bien sur les vaisseaux qui la traversent et dans les trabécules qu'elle envoie vers la pie-mère, surtout à la base de l'encéphale; je crois devoir rattacher à ces derniers les nerfs rencontrés par Luschka (*Seröse Häute*, p. 70), malgré les bifurcations qu'ils lui ont présentées. Bochdalek (*loc. cit.*) a décrit également dans l'arachnoïde cérébrale des nerfs qu'il fait provenir du spinal.

de la petite portion du trijumeau et du facial ; mais il n'a pas démontré qu'ils se terminent dans cette membrane. Si le même auteur a trouvé des filets nerveux extrêmement nombreux dans l'arachnoïde de la queue de cheval, c'est qu'il a pris pour des nerfs le tissu conjonctif d'aspect réticulé, erreur dans laquelle était déjà tombé Rainey. Je ne connais de nerfs sur la queue de cheval que ceux du filum terminale et ceux qui accompagnent les vaisseaux; il n'y en a pas d'autres dans cette région, ni dans la dure-mère, où Bochdalek prétend également les avoir suivis.

Les nerfs de la pie-mère que Purkynè a découverts chez le bœuf, se retrouvent également chez l'homme; la pie-mère rachidienne tout entière, y compris le filament terminal, renferme, chez l'homme, de riches réseaux de nerfs, dont les tubes ont 3,3 à 6,7 μ de diamètre, et qui suivent en partie, mais non constamment, le trajet des vaisseaux, pour pénétrer avec eux dans la moelle (voy. ci-dessus). A la base du cerveau, on trouve une foule de plexus analogues sur les artères du cercle de Willis; ces plexus, formés de branches qui ont tout au plus 67 μ de largeur, accompagnent les vaisseaux qui partent du cercle artériel, à l'exception des artères cérébelleuses, et se distribuent avec eux dans toute la pie-mère du cerveau; mais il est impossible de savoir comment ils se terminent. *J'ai réussi cependant dernièrement à les suivre dans la substance même du cerveau, jusque sur des artères de 90 μ et au-dessous.* Il est certain que les plexus choroïdes ne renferment point de nerfs. Quant aux veines de Galien, je n'ai point recherché si elles en présentent. C'est Remak qui, le premier, a constaté que ces nerfs proviennent des racines postérieures. Moi-même j'ai pu m'assurer que de chacune de ces racines partent, dans beaucoup de régions, mais surtout dans la région cervicale, des filets très-fins, qui traversent l'espace sous-arachnoïdien pour pénétrer dans la pie-mère. De plus, d'après Rüdinger, les nerfs sinu-vertébraux, composés de rameaux des racines sensitives et du grand sympathique, fournissent également des filets à la pie-mère. Il se pourrait que dans le crâne, de même que dans le canal rachidien, les nerfs cérébraux envoyassent dans la pie-mère des filets qui viendraient s'ajouter à ceux que lui fournit le grand sympathique (plexus carotidien interne, plexus vertébral). Du moins Bochdalek a-t-il vu se détacher des racines d'un grand nombre de nerfs crâniens une foule de ramuscules très-ténus, dont la structure était analogue à celle de ces racines elles-mêmes, et qui allaient rejoindre les plexus enlaçant les artères de la base du crâne et de la pie-mère de cette région et du cervelet, peut-être aussi le plexus choroïde du quatrième ventricule. Le même auteur avance que des filaments nerveux émanant directement du bulbe, de la protubérance et des pédoncules cérébraux, pénètrent dans la pie-mère sans s'être réunis préalablement aux troncs nerveux voisins. (Au sujet des faits avancés par Lenhossek, voy. § 109, note.)

B. *Vaisseaux du système nerveux central.* Sous le rapport de la distribution et de la conformation des vaisseaux sanguins, l'encéphale et la moelle ne présentent que des différences très-minimes. Les artères, après s'être

ramifiées dans la pie-mère, pénètrent dans la substance nerveuse sous la forme de vaisseaux très-fins (excepté dans la substance perforée et dans la protubérance), mais conservant encore tous les caractères des artères. Là, elles continuent à se diviser et finissent par se résoudre en un réseau capillaire assez lâche, d'où naissent les radicules des veines. Celles-ci se rendent toutes aux troncs veineux superficiels ou profonds que l'anatomie des-

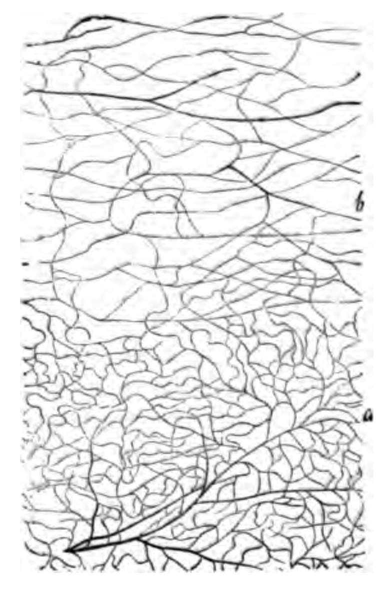


FIG. 208.

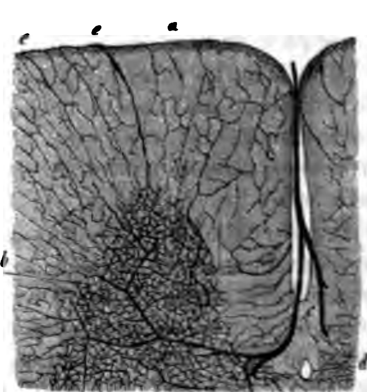


FIG. 209.

criptive apprend à connaître (fig. 208). Constamment la vascularité de la substance grise l'emporte de beaucoup sur celle de la substance blanche (d'après Ecker, ce serait le corps strié qui renferme le plus de vaisseaux) ; les vaisseaux, dans la première, sont un peu plus fins et forment des mailles plus serrées; c'est en partie à cette circonstance qu'elle doit sa coloration. Dans la *moelle épinière*, les points d'émergence des vaisseaux forment en quelque sorte des séries parfaitement régulières. Deux de ces séries existent au fond du sillon antérieur, où l'on voit le prolongement fourni par la pie-mère émettre à droite et à gauche des vaisseaux qui pénètrent dans la substance grise. Une troisième série semblable se remarque dans le sillon postérieur. — Du reste, sur toute la périphérie de la moelle, on voit de petits vaisseaux pénétrer dans cet organe, pour se ramifier principalement dans la substance blanche, tandis que la substance grise est pourvue particulièrement par l'artère spinale antérieure. Des ramuscules de cette artère vont aussi de dedans en dehors dans les cordons blancs ; d'une manière générale, il y a continuité entre les réseaux capil-

FIG. 208. — Vaisseaux de l'encéphale d'une brebis, injectés par Gerlach. *a*, vaisseaux de la substance grise ; *b*, vaisseaux de la substance blanche.

FIG. 209. — Portion d'une section transversale d'une moelle épinière de chat injectée, d'après une préparation de Thiersch. Grossissement de 18 diamètres. — *a*, cordon antérieur ; *b*, corne grise antérieure ; *c*, branche de l'artère spinale antérieure ; *d*, canal central ; *e e*, artères qui pénètrent de dehors en dedans dans la région des racines antérieures.

ires des deux substances, réseaux qui, ici encore, sont bien plus serrés ins la substance grise, et souvent semblent entourer séparément certaines osses cellules nerveuses. (Schrœder, Goll). — Parmi les *veines*, il faut articulièrement mentionner les deux *veines centrales*, sur les côtés du inal central, veines figurées par Clarke, et plus exactement décrites par enhossek. D'après Lenhossek, ces veines se continuent graduellement, ir le *filum terminale* et sur la moelle, avec huit petites veines et sont nies aux veines extérieures par de nombreux rameaux. — Quant à l'*enphale*, on voit très-distinctement des vaisseaux parallèles les uns aux itres dans la substance grise du cervelet dont la couche des noyaux, y mpris les grosses cellules, comme Gerlach et Oegg l'ont montré, est un n plus vasculaire que la couche grise externe. Les vaisseaux sont moins stincts dans le cerveau et dans les autres parties de l'encéphale, à l'exption de la couche optique. La *structure de ces vaisseaux* est, en général, même que partout ailleurs. Au moment où elles pénètrent dans la subance nerveuse, les artères sont encore pourvues de leurs trois tuniques; tunique adventice, cependant, est réduite à une membrane mince, ais dense et d'apparence complétement homogène; un espace libre , plus bas) la sépare de la tunique moyenne. Celle-ci est formée exclusiment d'éléments musculaires, tandis que la tunique interne est comsée d'une membrane élastique fenêtrée, parfaitement caractérisée, et cellules épithéliales fusiformes, très-remarquables. Ces diverses coues se perdent insensiblement, de sorte qu'au voisinage des capillaires, ne trouve plus que la tunique adventice, quelques rares cellules allones transversalement avec leurs noyaux, et un épithélium; puis viennent s capillaires ordinaires, qui ont quelquefois une grande ténuité (les plus s ont, dans la moelle, 15 μ, dans l'encéphale 4,5 μ). Les grosses veines présentent le plus souvent aucune trace de muscles lisses; elles sont nstituées simplement par du tissu conjonctif, mêlé de noyaux ou de res élastiques, et par un épithélium. Les petites veines m'ont présenté et là quelques rares éléments contractiles.

Vaisseaux lymphatiques du système nerveux. Tout récemment His a décrit ns l'encéphale et dans la moelle des espaces particuliers, qui probableent doivent être considérés comme des espaces lymphatiques. Tous les isseaux de la substance de l'encéphale et de la moelle, artères, capilires et veines, sont entourés de *canaux périvasculaires* spéciaux, qui ont moyenne une largeur double, triple ou quadruple de celle des vaisseaux nguins. Si l'on pousse une injection dans ces espaces, sur le cerveau, voit se remplir les vaisseaux lymphatiques de la pie-mère, décrits jà par Fohman et Arnold (*Anat.*, II, p. 618), et qui, d'après ces auteurs, compagnent les artères et les veines, pour gagner les orifices crâniens. ais auparavant la matière à injection remplit un *espace épicérébral*, aplati, i enveloppe tout l'encéphale, au-dessous de la pie-mère. Un semblable pace entoure également toute la moelle; il est surtout développé dans le lon antérieur; mais l'on ne peut injecter aucun lymphatique dans la pie-

mère. — D'après His, les canaux périvasculaires de la substance nerveuse n'ont point de paroi propre; mais au moyen du nitrate d'argent, cet anatomiste put montrer que quelques-uns des grands espaces de la moelle sont garnis, par places, d'un épithélium. — Ces espaces périvasculaires me sont connus par les préparations de His et par mes propres observations. Sur l'encéphale, ils sont limités, en dehors, par une membrane amorphe, que j'ai décrite depuis longtemps (*Mikr. Anat.*, II, 1, p. 500, 2, p. 513) sur *toutes les artères* et sur les gros capillaires de la substance encéphalique; entre cette membrane et le reste du vaisseau se trouvent les épanchements sanguins des anévrysmes faux des petites artères cérébrales, ainsi que des cellules incolores, souvent très-nombreuses (*Zeitschr. f. w. Zool.*, I, p. 264, pl. XIX). Plus tard Robin (Segond, *le Système capillaire sanguin*, Paris 1843, et *Journal de la physiologie*, t. II), fit mention également de cette membrane sur les capillaires de l'encéphale, de la moelle et de la pie-mère, et décrivit le premier comme des parties normales les espaces signalés par His, qu'il dit remplis tantôt d'un liquide incolore, tantôt d'un liquide avec des noyaux analogues à certaines formes de corpuscules lymphatiques, et aussi, chez les vieillards, de granulations graisseuses et de grains d'hématosine; mais il ne donna aucune interprétation de ces espaces. A mon avis, l'opinion de His, qui considère les espaces périvasculaires comme appartenant au système lymphatique, est parfaitement justifiée, et cette découverte jette un jour nouveau sur la question encore si obscure des mouvements des sucs nutritifs dans le système nerveux central. Pour plus de détails, voyez le travail de His.

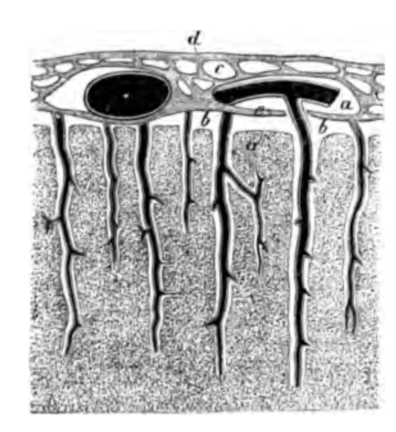


FIG. 210.

A l'état normal, on trouve dans les cavités encéphaliques une quantité extrêmement minime d'un liquide séreux, sécrété évidemment par les plexus choroïdes, et qui, mis en mouvement par les cils vibratiles, contribue peut-être à la nutrition des parois de ces cavités. Un autre liquide, le *liquide encéphalo-rachidien*, est contenu dans les espaces sous-arachnoïdiens dont nous avons parlé plus haut, espaces qui, d'après Luschka, seraient tapissés d'un épithélium dans leur portion rachidienne. Ce liquide est facile à recueillir : il suffit pour cela d'ouvrir l'espace sous-arachnoïdien le plus considérable, lequel s'étend depuis la base de l'encéphale jusqu'à

FIG. 210. — Espaces lymphatiques de la surface de l'encéphale humain, d'après His. — Grossissement? — *a a*, espaces lymphatiques qui entourent les artères un peu volumineuses de la pie-mère et les rameaux qu'elles envoient dans l'encéphale ; *b b*, vaste espace lymphatique épicérébral entre l'encéphale et la pie-mère ; *c*, espaces arachnoïdiens ; *d*, arachnoïde ; *e*, pie-mère.

xtrémité du sac formé par la dure-mère rachidienne. Sa fonction prinpale paraît être de favoriser les mouvements du système nerveux central de compenser les différences de volume qui résultent des divers états plénitude des vaisseaux.

Luschka décrit aussi un épithélium à la face interne de l'arachnoïde, st-à-dire du feuillet viscéral des auteurs, ainsi qu'aux régions de la e-mère qui sont séparées de l'arachnoïde par des vacuoles un peu étenes, sur la moelle aussi bien qu'à l'encéphale.

D'après Goll, les réseaux capillaires de la substance blanche de la moelle sont plus serrés dans les cordons postérieurs, particulièrement dans les cordons resrmes ; ils sont le plus larges dans les cordons antérieurs. Dans la substance se, ce sont les régions où se rencontrent des groupes de cellules qui présentent mailles les plus étroites.

Ce qui va suivre a trait à divers *états pathologiques*. Dans l'épendyme des vencules, non-seulement on trouve à peu près constamment, par places, au-dessous l'épithélium, une membrane fibroïde très-mince, comme s l'avons dit plus haut; mais cette membrane prend trèsvent une épaisseur considérable, notamment dans les cas ydropisie des ventricules et dans un âge avancé. Dans circonstances, l'épendyme contient toujours des corpusles arrondis ou en forme de biscuit, analogues à des grains fécule. Ces corpuscules que Purkyně a mentionnés le preer sont jaunâtres, marqués de lignes concentriques, et més, comme Virchow l'a découvert (*Virch. Arch.*, VI, 135, 268, 416), d'une substance voisine de l'amidon et la cellulose : en effet, l'iode les colore en bleu, l'iode l'acide sulfurique en violet. Les corpuscules amylacés . 211) me paraissent avoir tous les caractères d'un proit pathologique ; on pourrait les appeler, avec Virchow, *puscules amyloïdes*. Ils existent d'une manière à peu près stante à la voûte, sous la bandelette cornée et dans la ison transparente. Mais on les rencontre également dans autres points des parois ventriculaires, ainsi que dans la stance corticale de l'encéphale, dans la substance méaire de la moelle, dans le filament terminal, dans la rétine, s le limaçon de l'homme. Les régions que nous avons ntionnées en premier lieu présentent souvent des quantités étonnantes de ces puscules, serrés les uns contre les autres au sein du tissu conjonctif de nouvelle mation ou entre les éléments nerveux. Virchow en a trouvé également dans le ment épendymaire de la moelle, dans les nerfs olfactif, acoustique et optique, puis, s sans lignes concentriques, dans la rate cireuse, où ils paraissent se développer dépens des cellules du parenchyme ou des corpuscules de Malpighi. Luschka en a dans le ganglion de Gasser et dans la substance médullaire des hémisphères. — autre élément constant, mais néanmoins pathologique, ce sont les *concrétions caires* (sable cérébral) qu'on trouve dans les plexus choroïdes, dans la glande éale, sur quelques points de la pie-mère et de l'arachnoïde, même de celles de moelle, dans les parois des ventricules. Ces concrétions sont composées : 1° de bules arrondis, simples ou groupés en forme de framboise, opaques, marqués en éral de stries concentriques et mesurant 11 à 110 µ en diamètre ; 2° de corcules polyédriques, ressemblant à des stalactites, des massues ou à tout autre

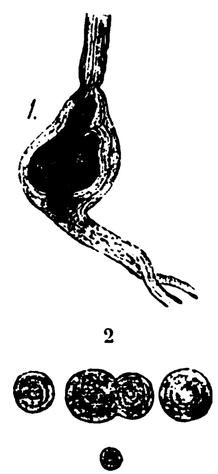


FIG. 211.

IG. 211. — 1, concrétions calcaires de la glande pinéale, entourées de faisceaux de tissu jonctif. 2. Corpuscules amylacés de l'épendyme de l'homme. Grossis 350 fois.

corps irrégulier, présentant une surface inégale, bosselée, rugueuse, ou bien revêtant la forme de fibres rigides, cylindriques, simples ou ramifiées, anastomosées en réseaux; 3° enfin, d'une substance finement granulée. Elles contiennent principalement du carbonate calcaire; mais on y trouve aussi du phosphate de chaux et de magnésie, et une matière organique qui, privée de ses sels, conserve généralement la forme de la concrétion, par exemple celle d'une coque pâle à couches concentriques ou d'une fibre transparente. Les concrétions, lorsqu'elles sont formées de corpuscules allongés, ramifiés, réticulés, se sont développées évidemment dans les faisceaux du tissu conjonctif (fig. 211) : c'est sous cette forme qu'on les rencontre assez fréquemment dans la glande pinéale et dans les méninges. D'autres fois elles paraissent résulter d'une incrustation de petits caillots fibrineux. Les cellules imprégnées de chaux, telles que les avait admises Remak (Obs. p. 26), n'existent point, au dire de Harless (*Müll. Arch*. 1845, p. 354); d'autre part, Hückel a trouvé le noyau des corpuscules calcaires formé de cellules à noyau, d'amas de globules sanguins ratatinés et rarement de corpuscules amylacés

Nous devons dire un mot, enfin, des *granulations de Pacchioni* et des *ossifications des méninges*. Les premières se montrent surtout sur les côtés de la base de la grande faux cérébrale, dans les plexus choroïdes, etc. Luschka admet qu'elles sont normales lorsqu'elles ont peu de développement; il les a appelées, pour ce motif, franges arachnoïdiennes. D'après L. Meyer, leur point de départ est dans l'arachnoïde, c'est-à-dire dans le feuillet viscéral des auteurs, mais elles peuvent perforer consécutivement la dure-mère. Elles consistent principalement en une substancedense, fibroïde analogue à du tissu conjonctif peu développé; mais on y rencontre aussi des corpuscules de tissu conjonctif, des concrétions calcaires et des corpuscules amylacés. Ces dernières, véritables lamelles osseuses, s'observent le plus souvent à la face interne de la dure-mère crânienne, quelquefois aussi dans l'arachnoïde, spécialement dans celle de la queue de cheval.

SECTION III

SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE.

§ 117. **Nerfs rachidiens.**—Les trente et une paires de nerfs qui se détachent de la moelle naissent, à très-peu d'exceptions près, par une racine antérieure et par une racine postérieure. Ces racines reçoivent une enveloppe très-mince de la pie-mère, traversent l'espace sous-arachnoïdien en convergeant l'une vers l'autre, et perforent chacune isolément l'arachnoïde et la dure-mère; cette dernière leur fournit une gaîne résistante. Plus loin, la racine postérieure présente un ganglion, lequel est formé de la manière suivante : autour des fibres nerveuses et dans leur intervalle viennent se placer des cellules ganglionnaires, qui, selon toute apparence, sont le point de départ de toutes les fibres spéciales appelées *fibres ganglionnaires des nerfs rachidiens*. Ces fibres, en général, proviennent chacune d'une cellule, et s'appliquent simplement, dans leur trajet constamment périphérique, aux fibres de la racine postérieure, qui ne font que traverser le ganglion, et avec lesquelles elles n'ont d'autre rapport que celui d'une simple juxtaposition. La racine motrice ne présente jamais de cellules ganglionnaires; elle passe au-devant du ganglion, en s'appliquant sur lui plus ou moins intimement. Au-dessous du ganglion, les deux racines se réunissent et mélangent si bien leurs éléments qu'il en résulte un tronc nerveux dont toutes les portions renferment à la fois des tubes moteurs et

des tubes sensitifs. Ce tronc, le plus souvent, s'unit aux nerfs placés au-dessus et au-dessous de lui, pour donner naissance à un plexus, d'où émanent enfin les branches terminales destinées aux muscles, à la peau, aux vaisseaux du tronc et des membres, aux capsules articulaires, aux tendons et aux os. Dans ces branches, comme dans les racines, il est constant que les nerfs moteurs se composent principalement de tubes larges, les nerfs de la peau et des autres organes mentionnés, de tubes minces; mais, en définitive, tous les tubes deviennent également fins dans les expansions terminales des nerfs. Il paraît que les fibres des nerfs spinaux sont indépendantes dans tout leur trajet et ne se divisent point; mais près de leur terminaison, elles présentent souvent des bifurcations, du moins dans certains organes (peau, glandes, muqueuses, organes électriques), et aussi des anastomoses en forme de réseau. Quant à la terminaison elle-même, elle a lieu tantôt par ces réseaux, tantôt par des extrémités libres, mais toujours par des fibres pâles, sans moelle.

Il arrive quelquefois que le premier et le dernier nerf rachidiens ne présentent qu'une seule racine, tantôt motrice, tantôt sensitive. J'ai mesuré le diamètre de toutes les racines antérieures et postérieures du côté gauche, sur deux cadavres, l'un d'homme, l'autre de femme; les résultats de ce travail, qui se trouvent consignés dans *Verh. der Würzb. ph. m. Ges.*, 1850, 2ᵉ cah., m'ont servi à calculer l'étendue de la section transversale de toutes les racines réunies, comme on peut voir dans ma *Mikr. Anat.*, § 116. — Les racines sont entourées d'un névrilème très-mince, dépendance de la pie-mère, dont il partage la structure. Ce névrilème forme autour des nerfs une gaîne de 4,5 μ d'épaisseur, et envoie dans leur intérieur des cloisons qui isolent les différents faisceaux nerveux. Souvent deux racines voisines *s'anastomosent* ensemble : ce fait est surtout fréquent pour les racines sensitives, et dans l'espèce humaine il n'est point de sujet sur lequel on ne trouve des anastomoses entre les racines de la région cervicale.

Relativement au diamètre des fibres radiculaires des nerfs rachidiens, Reissner avance, d'après de nouvelles recherches, qu'une majorité de fibres fines n'est point un caractère général des racines postérieures, attendu que les racines antérieures des nerfs dorsaux leur ressemblent sous ce rapport. Les fibres fines, quand elles sont un peu nombreuses, sont généralement réunies en faisceaux, plus rarement isolées; quand elles sont peu nombreuses, comme dans la plupart des racines antérieures, elles sont isolées. Les chiffres trouvés par Reissner pour les largeurs des fibres ont moins de valeur, puisque les mensurations n'ont été faites que sur des fibres nerveuses très-altérées.

§ 118. **Structure des ganglions spinaux.** — La structure des ganglions spinaux est difficile à démêler chez les mammifères. Voici cependant ce que je crois pouvoir énoncer avec certitude. En tant qu'il m'a été permis de le constater, *il n'existe dans les ganglions aucun rapport de continuité entre les racines sensitives et les globules ganglionnaires.* Les fibres qui composent ces racines, ne font que traverser les ganglions, réunies en un ou plusieurs faisceaux anastomosés, suivant le volume de ces derniers. Au-dessous du ganglion, elles reconstituent un tronc, dont les fibres se mêlent immédiatement avec les racines motrices. La plupart des globules ganglionnaires paraissent être unis à des fibres nerveuses; tantôt ils donnent naissance à une seule fibre nerveuse, et tantôt à deux ou plusieurs.

Ces fibres, auxquelles je donne le nom de *fibres ganglionnaires*, se dirigent généralement, peut-être toujours, vers la périphérie, se joignent aux fibres des racines qui traversent le ganglion, et qu'elles renforcent. Il s'ensuit que chaque ganglion peut être considéré comme une source de fibres nerveuses nouvelles.

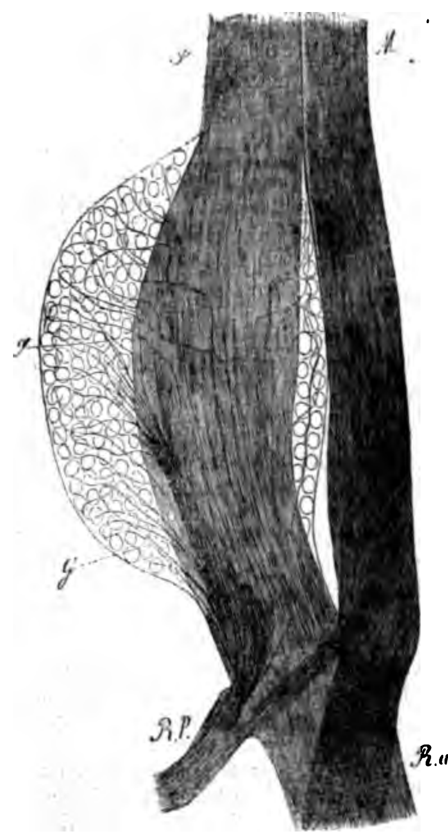


Fig. 212.

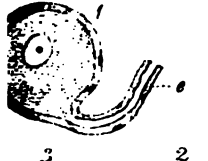
Pour étudier les ganglions spinaux, on choisira de préférence ceux du cinquième nerf sacré ou du nerf coccygien de l'homme, ou ceux d'un petit mammifère ; on les déchirera ou bien on les examinera en totalité après les avoir traités par l'acide acétique et surtout par la soude étendue. Dans leur trajet à travers les ganglions, les tubes nerveux ne présentent rien de spécial, c'est-à-dire ne subissent aucune modification de calibre. Je n'ai jamais rencontré non plus des tubes nerveux qui se divisent, et s'il est vrai qu'il existe des bifurcations dans les ganglions, je puis affirmer du moins qu'elles y sont extrêmement rares, car il m'a toujours été impossible d'en trouver, bien que mes recherches fussent spécialement dirigées dans ce sens et que souvent j'aie pu, sur des mammifères, suivre un grand nombre de fibres nerveuses d'un bout à l'autre du ganglion.

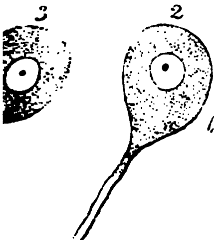
Les *éléments* essentiels des ganglions spinaux, les *globules* ou *cellules ganglionnaires* (fig. 213 et 214) présentent les caractères généraux de ce genre d'éléments, et mesurent de 26 à 80 μ, et même 90 μ en diamètre; le plus grand nombre a 45 et 67 μ. Le contenu tout entier est finement granulé, souvent mêlé, au voisinage du noyau, de grosses granulations pigmentaires jaunes ou gris jaunâtre, dont le nombre augmente avec l'âge et auxquelles les ganglions doivent leur couleur jaune. Les noyaux ont 19 à 18 μ, et les nucléoles 1,8 à 4,5 μ. Dans les ganglions spinaux, les globules ganglionnaires se trouvent en grande abondance à la surface du renflement, entre le névrilème et les fibres des racines nerveuses qui le traversent; mais il en existe aussi dans l'intérieur du ganglion : ils y occupent, réunis en petits amas, les mailles des plexus nerveux. Les cellules sont maintenues dans leur position respective et séparées les unes des autres, ainsi que des tubes nerveux, par un tissu spécial, qui leur sert d'enveloppe. (V. plus haut, p. 330.)

La très-grande majorité des cellules ganglionnaires donne naissance, chez

Fig. 212. — Ganglion lombaire d'un jeune chien, traité par la soude et grossi 45 fois. S, racines sensitives; M, racines motrices. R *a*, branche antérieure des nerfs spinaux. R *p*, branche postérieure. On voit que les deux espèces de racines participent à la formation de chacune de ces branches. G, ganglion et cellules donnant naissance à des fibres ganglionnaires qui renforcent la racine sensitive; celle-ci ne fait que traverser le ganglion.

me et chez les mammifères, à des prolongements pâles, de 3,3 à 5,6 μ de ır, tout à fait analogues à ceux des cellules centrales, mais pourvues d'une enveloppe spéciale parsemée de noyaux, qui est la continuation de la gaîne des cellules. Ces prolongements, comme je l'ai découvert en 1844 (*Selbst. u. Abh. des symp. Nerv.*, Zürich, 1844, p. 22), se continuent, dans chaque cellule, avec un tube ner-





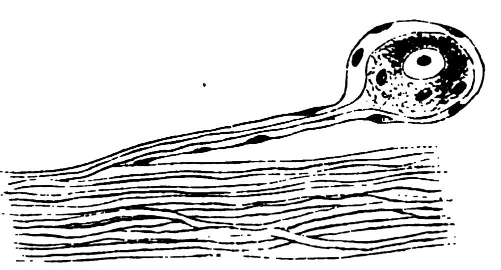


FIG. 213. FIG. 214.

ɪpaque (fig. 213, 214). Les cellules observées par moi à cette époque n'avaient seul prolongement; elles étaient *unipolaires*, et je croyais d'abord qu'il n'en t pas d'autres dans les ganglions spinaux. Mais des recherches plus récentes, de Stannius entre autres, tendent à faire penser qu'il s'y trouve également ɪllules à deux prolongements, dont l'un pourrait même se bifurquer. De nouinvestigations sont donc nécessaires pour déterminer le véritable état des . Mais dès à présent je crois devoir exles considérations suivantes : 1° Chez ne et chez les mammifères, j'ai constaté ertainement l'existence de cellules unipo- ; je crois même être en droit d'affirmer s cellules y sont très-nombreuses ; 2° j'ai aussi, mais plus rarement, des cellules *deux*, voire même *trois* ou *quatre* prolonents très-pâles (fig. 215). Je veux bien ler qu'il serait possible que ces cellules t plus nombreuses, car il est certain que hode grossière qu'on est obligé de mettre ge pour isoler les cellules, doit souvent re à l'arrachement de leurs prolonge- ; 3° si, tout récemment, Stannius, examinant un fœtus humain et un fœtus u, a trouvé dans ce dernier, en outre des cellules unipolaires et apolaires,

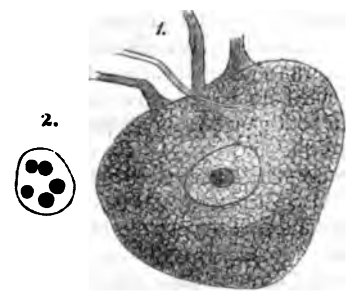


FIG. 215.

213. — Globules ganglionnaires du ganglion de Gasser du chat, grossis 350 fois. ule pourvue d'un prolongement court et pâle, qui se continue avec l'origine d'une *a*, enveloppe conjonctive de la cellule et tube nerveux à noyaux; *b*, cellule avec oriune fibre, mais sans gaîne conjonctive. 2. Cellule donnant naissance à une fibre, mais vue d'enveloppe; *b*, limite nette du corpuscule ganglionnaire, considérée autrefois représentant une membrane distincte. 3. Globule ganglionnaire en apparence apolaire, lé artificiel[illegible] ..ent de sa membrane, de sa gaîne.

214. — Petit rameau du nerf coccygien en dedans de la dure-mère, portant un glonglionnaire pédiculé; ce dernier est renfermé dans sa gaîne parsemée de noyaux, et évidemment une fibre nerveuse. Observation faite sur l'homme, à un grossissement diamètres.

215. — Cellule du ganglion de Gasser du veau. — Grossissement de 570 diamètres. ɪellule ganglionnaire à quatre prolongements pâles; 2, noyau d'une cellule ganglionavec cinq nucléoles.

de nombreuses cellules bipolaires, on peut se demander si ces dernières n'étaient pas de celles qui devaient se *diviser* plus tard pour devenir unipolaires? il est certain, en effet, que les cellules ganglionnaires se multiplient par scission (voy. plus bas) : 4° quand une cellule ne fournit qu'un seul prolongement, celui-ci paraît se diriger constamment vers la périphérie; lorsqu'elle donne naissance à deux ou plusieurs prolongements, il est probable que le trajet de ces prolongements n'est pas le même partout. Comme, chez les vertébrés supérieurs, les rameaux efférents des ganglions sont plus volumineux que les rameaux afférents, il est extrêmement vraisemblable que, dans ce cas aussi, les fibres gagnent la périphérie, d'autant plus qu'on ne les voit pas naître des pôles opposés de la cellule, mais de points de la périphérie très-rapprochés les uns des autres. Cependant, dans quelques cas, les prolongements paraissent prendre deux directions différentes (v. Bidder, *Verh. de Gangl. z. d. Nervenfasern*, pl. II, fig. 14). Mais il ne s'ensuit pas que l'un doive être centripète et l'autre centrifuge; 5° Nous ne savons pas si les prolongements des cellules ganglionnaires des nerfs cérébro-spinaux présentent des *ramifications arborescentes*, comme ceux des cellules bipolaires et multipolaires des organes centraux; tous ces prolongements semblent être indivis, ou dans certains cas rares se bifurquer simplement, et se continuer avec des fibres nerveuses à contours foncés; 6° il est difficile de savoir si, dans les ganglions spinaux, il existe aussi des cellules dépourvues de prolongements, attendu que rien n'est plus facile que d'arracher ces derniers, et qu'il est très-aisé de prendre des cellules mutilées pour des cellules apolaires. Dans les petits ganglions des mammifères, on voit chaque cellule donner naissance à une fibre; mais chez l'homme, les plus petits ganglions spinaux et les petits renflements qu'on trouve quelquefois sur les racines postérieures (voy. plus loin), présentent assez souvent des cellules auxquelles aucune fibre ne vient aboutir. Je me bornerai donc ici à dire que bien certainement le plus grand nombre des cellules donne naissance à des fibres (voy. plus haut). Pour examiner tous ces rapports, on peut choisir chez l'homme, soit un ganglion volumineux que l'on dilacérera soigneusement sous le microscope simple, jusqu'à ce qu'on rencontre l'origine d'une fibre, ce qui, avec un peu d'exercice, arrive presque dans chaque ganglion, soit un petit ganglion du cinquième nerf sacré ou du nerf coccygien. Dans ces nerfs, on trouve, sur la plupart des sujets, près des ganglions ou dans leur voisinage, des globules ganglionnaires complétement isolés, supportés par un pédicule et entourés d'une gaîne spéciale qui, à ce niveau, paraît homogène (fig. 214). Très-souvent on reconnaît parfaitement une simple fibre nerveuse à contours foncés, logée au centre du pédicule et unie à la cellule par un prolongement pâle. Les *ganglia aberrantia* de Hyrtl, c'est-à-dire ces amas variables et plus ou moins considérables de globules ganglionnaires qu'on rencontre sur les racines postérieures des nerfs, permettent également, dans certains cas, de constater qu'une seule fibre émane d'un globule. — Les fibres opaques qui naissent des cellules ganglionnaires, ne sont que la continuation des prolongements pâles de ces cellules, si bien que l'enveloppe et le contenu de ces prolongements se continuent avec les mêmes parties des fibres, et que la membrane et le contenu de la cellule sont unis directement avec la gaîne, l'enveloppe médullaire et le cylindre d'axe du tube nerveux. Sur des globules ganglionnaires un peu altérés, ou sous l'influence des réactifs (acide arsénieux ou chrômique, iode), le contenu cellulaire se sépare de la membrane, et le cylindre d'axe se présente comme sa continuation directe (fig. 216), ainsi que Harting l'a fait voir le premier (voy. aussi Stannius, in *Gött. Anz.*, 1850, et Leydig, *l. c.*, pl. 1, fig. 9). Ce fait prouve évidemment que le contenu des globules ganglionnaires ne saurait être considéré comme logé dans un tube nerveux élargi. Les tubes nerveux émanés des cellules, ou les fibres ganglionnaires, décrivent souvent un arc de cercle ou même plusieurs cercles autour des cellules; ils sont d'abord *minces*, et n'ont que 3,3 à 5,6 μ de diamètre; mais ils ne restent pas dans cet état, comme je le croyais autrefois, lorsque je n'avais encore vu que leur origine. Comme il est facile de s'en assurer directement sur un grand nombre de fibres, tous ces prolongements se renflent très-ra-

lement, quelquefois déjà dans l'épaisseur du ganglion, et acquièrent 6 à 9 μ, elques-uns même 11 et 13 μ de diamètre; ils deviennent, par conséquent, des es *de moyen calibre* ou même des *tubes larges*.

La description que je viens de donner des ganglions spinaux des mammifères et l'homme s'éloigne très-notablement des résultats obtenus par Bidder-Reichert, par Wagner, et par Robin, en 1847, sur les ganglions des poissons. Ce qui constitue principale différence entre les deux espèces de ganglions, c'est que, chez les mmifères, toutes nos observations nous portent à admettre que les fibres des ines nerveuses n'ont aucune connexion directe avec cellules ganglionnaires, entre lesquelles elles chement simplement; tandis que chez les poissons, elles t toutes soudées à ces cellules, si bien que chaque re est interrompue dans son trajet par une cellule olaire et qu'on ne trouve point de fibres ganglionires spéciales (fig. 216). R. Wagner a cru pouvoir pliquer à tous les animaux vertébrés ce qu'il avait servé sur les poissons; il a donc prétendu que istence de cellules bipolaires sur le trajet des racines stérieures est en rapport avec la doctrine de Bell et stitue un fait constant dans l'histoire des fibres sitives; il se flatte d'avoir ainsi fait connaître enfin différence anatomique, si longtemps cherchée en in, entre les fibres sensitives et les fibres motrices. i soutenu, quant à moi, une opinion tout à fait traire, attendu que rien n'autorise à appliquer à omme ce qui n'a été observé jusqu'ici que sur des issons, et que l'existence d'un globule ganglionnaire r le trajet d'une fibre sensitive ne distingue nullement cette dernière, *en tant que fibre*, d'une fibre moce. Il est vrai que Wagner a prétendu que ma mare de voir est antiphysiologique; mais il n'a pas ouvé par là que les renflements spinaux des mammires sont constitués comme il se le figure, et les observations récentes de Stannius, Axmann, Remak, Ecker, Schiff, Frey, Luschka, s'accordent toutes à démontrer plus ou moins nettement que dans les ganglions spinaux s animaux supérieurs, on rencontre aussi ou surtout des cellules unipolaires. — l'appui de ces observations, j'ajouterai qu'en mesurant exactement les racines sitives au-dessus et au-dessous des ganglions, on trouve une différence trèstable à l'avantage des derniers (voy. ma *Mikr. Anat.*, II, p. 509). Or, comme le ibre des fibres afférentes et des fibres efférentes est exactement le même, et que illeurs ces fibres ne se divisent point dans l'épaisseur du ganglion (Remak prétend pendant avoir vu assez fréquemment, dans les ganglions spinaux du bœuf, des res nerveuses opaques se diviser), il est évident que cette différence ne peut être e qu'à ce que des tubes nerveux naissent des cellules ganglionnaires et s'ajoutent x fibres efférentes. Cette manière de voir est confirmée par l'observation directe g. 212).

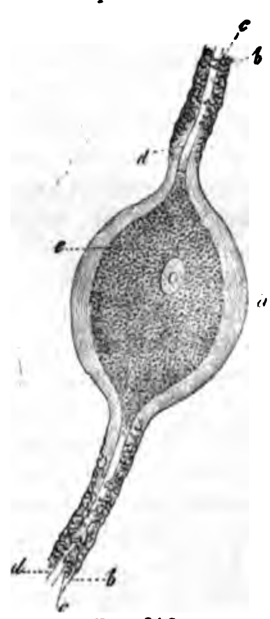


FIG. 216.

De nombreuses recherches sur les invertébrés, qui malheureusement ne paraissent s toutes irréprochables (voy. Schneider, in *Müll. Arch.*, 1861) ont *démontré qu'il iste indubitablement chez ces animaux, en beaucoup de régions, des cellules unipoires, quelquefois à côté d'éléments bipolaires et multipolaires*. Ceux qui, ne pouvant

FIG. 216. — Globule ganglionnaire (*bipolaire*) du brochet, dont les deux pôles se terminent un tube nerveux à bords foncés. Traité par l'acide arsénieux et grossi 350 fois. *a*, enveppe du globule; *b*, gaîne nerveuse; *c*, moelle nerveuse; *d*, fibre centrale, adhérente au noyau du globule ganglionnaire *e*, qui s'est écarté de l'enveloppe.

faire concorder ces cellules unipolaires avec leurs vues physiologiques, en ont simplement nié l'existence chez les animaux supérieurs, sont engagés à bâtir une doctrine avec ces faits.

§ 119. **Trajet ultérieur et terminaison des nerfs rachidiens.** — Au-dessous du renflement spinal, la racine sensitive et la racine motrice se réunissent pour former un tronc commun, dans lequel toutes les fibres sont intimement mêlées, comme il est facile de s'en assurer directement sur des animaux de petite taille. Toutes les branches qui émanent de ce tronc, aussi bien les antérieures que les postérieures, ainsi que leurs ramifications, sont des nerfs *mixtes*, c'est-à-dire contiennent à la fois des fibres sensitives et des fibres motrices, et cette disposition reste la même jusqu'aux rameaux ultimes des nerfs. Là, elle se modifie, en ce sens que les fibres motrices forment l'immense majorité dans les rameaux musculaires, tandis que les rameaux cutanés renferment un excédent de fibres sensitives. Jusqu'ici il a été impossible de déterminer anatomiquement la véritable destination des fibres ganglionnaires émanées des ganglions spinaux. Mais si l'on tient compte des faits physiologiques, il paraîtra vraisemblable que ces fibres ne vont pas toutes se rendre dans le grand sympathique par les rameaux communiquants, comme on serait tenté de le croire au premier abord, et qu'au moins un certain nombre d'entre elles, accompagnant les nerfs rachidiens, passent dans les nerfs des vaisseaux surtout, pour se distribuer dans la peau, les muscles, les os, les articulations, les tendons et les membranes (périoste, pie-mère, etc.), peut-être aussi dans les glandes et dans les muscles involontaires de la peau. — Les fibres nerveuses qui composent les branches principales des nerfs rachidiens ont le même diamètre que celles des racines, c'est-à-dire qu'on trouve dans ces branches des tubes larges, des tubes minces, ainsi que des formes intermédiaires. Mais plus tard, il se fait une espèce de départ, de telle sorte que les rameaux musculaires reçoivent principalement des tubes larges, les rameaux cutanés, des tubes minces. D'après les données de Bidder et Volkmann, le rapport des tubes minces aux tubes larges est, chez l'homme, de 1,1 : 1 dans les nerfs cutanés, de 0,1 — 0,33 : 1 dans les nerfs moteurs. Mes recherches tendent à confirmer ces résultats, auxquels j'ajouterai seulement que les rameaux nerveux des os renferment $\frac{1}{3}$ de tubes larges et $\frac{2}{3}$ de tubes minces; tandis que ceux des articulations, des tendons et des membranes sont formés surtout de fibres minces. A mon avis, la plupart des tubes minces qu'on rencontre dans les branches des nerfs rachidiens ont leur source dans la moelle épinière et doivent être considérés, au point de vue de leur fonction, comme les analogues des tubes larges. Il me paraît donc probable que ces fibres ne remontent pas jusqu'à l'encéphale, mais naissent de la moelle. Voyez, à ce sujet, les paragraphes 108 et 109.

Les nerfs spinaux se composent, en général, de tubes parallèles, un peu onduleux. Dans leur trajet, ils s'anastomosent fréquemment entre eux et forment des *plexus* plus ou moins serrés, dont les fibres s'entrecroisent.

:es anastomoses consistent en un simple échange de faisceaux ou de ibres, et non en une liaison entre les tubes nerveux primitifs : aussi ne résentent-elles rien de notable au point de vue microscopique. Jamais n n'a vu dans les troncs les branches d'un certain volume des nerfs achidiens des mammifères les *tubes nerveux se diviser*, ni changer notablement de diamètre. Chez les poissons, Stannius a observé des tubes erveux des rameaux moteurs ou mixtes qui se divisaient plusieurs fois Arch. f. phys. Heilk., 1850, p. 77). Mais au voisinage de leur extrémité ériphérique, les tubes nerveux présentent, même chez l'homme, des ifurcations, en même temps qu'une diminution très-grande de leur calibre (voy. la description des nerfs de la peau, des os, des muscles, etc.).

Les nerfs rachidiens, à partir de leur passage travers la dure-mère, sont revêtus d'une enveloppe résistante, formée de tissu conjonctif, et u'on a désignée sous le nom de *névrilème*. ette enveloppe, de même que celle des musles, envoie des prolongements très-fins dans intérieur de l'organe, qu'elle divise en faiseaux plus ou moins considérables, et même utour de chaque tube en particulier (fig. 217). Dans les ramuscules erminaux, qui souvent ne renferment qu'un très-petit nombre de tubes erveux ou même un seul, le névrilème est représenté par la gaîne à oyaux dont il a été question plus haut (§ 104). Dans les cas où plusieurs tubes sont réunis dans une même gaîne, *chacun d'eux en particulier* peut être considéré comme *privé de gaîne propre*, aussi bien que dans s organes centraux. Toutes les gaînes homogènes à noyaux paraissent evoir être envisagées de cette façon, même lorsqu'elles enveloppent des isceaux de fibres nerveuses d'un certain volume, et il ne pourra être uestion d'une enveloppe conjonctive que lorsqu'il y aura dans leur paisseur des corpuscules de tissu conjonctif, dont les noyaux sont parfois llongés (de 11-15 μ) comme dans les muscles lisses, et lorsque la subtance interstitielle sera fibroïde. Quelquefois aussi, il s'y ajoute des fibrilles lastiques, enlaçant souvent des faisceaux entiers de tubes. Dans les nerfs 'un certain volume, enfin, se montre du tissu conjonctif ordinaire, à brilles distinctes et longitudinales, comme celui des membranes breuses, et mélangé d'un grand nombre de réseaux élastiques. Mais ême dans ces nerfs, on rencontre encore par places, surtout à l'intéeur, du tissu conjonctif moins avancé en développement, avec de nomreux corpuscules de tissu conjonctif, et les faisceaux les plus petits nt entourés de gaînes homogènes.



Fig. 217.

Tous les nerfs d'un certain volume contiennent des *vaisseaux*, mais en ombre assez restreint. Ces vaisseaux ont, en général, une direction lon-

Fig. 217. — Coupe du nerf sciatique du veau, à un grossissement de 15 diamètres. *a*, envepe générale du nerf; *b*, névrilème des faisceaux tertiaires; *c*, faisceaux nerveux seconires, dont quelques-uns sont entourés en partie de gaînes particulières.

gitudinale, et forment un réseau peu serré de capillaires très-fins, de 4,5 à 9 μ de diamètre, réseau à mailles longitudinales, qui entoure les faisceaux de tubes, en envoyant des prolongements entre leurs divers éléments, mais qui n'enveloppe jamais les fibres primitives isolées. Les ganglions renferment un magnifique réseau capillaire, disposé de telle sorte que chaque corpuscule ganglionnaire est entouré de vaisseaux qui lui sont propres.

§ 120. **Nerfs crâniens.** — Les nerfs crâniens affectés, soit à la sensibilité, soit à la motilité, ont des caractères qui les rapprochent tellement des nerfs rachidiens, qu'il suffira de peu de mots pour décrire ce qu'ils offrent de particulier. Quant aux nerfs des organes des sens spéciaux, nous les décrirons en détail en même temps que ces organes.

Les nerfs crâniens moteurs, 3e, 4e, 6e, 7e et 12e paire, se comportent exactement comme les racines motrices et les rameaux musculaires des nerfs rachidiens pour ce qui est de leurs racines, de leur trajet et de leur distribution, avec cette seule différence que tous ces nerfs reçoivent, par leurs anastomoses avec des nerfs sensitifs, quelques filets sensitifs destinés aux muscles. Les faits suivants méritent cependant d'être pris en considération : 1° Rosenthal et Purkyně ont rencontré des corpuscules ganglionnaires sur le tronc du nerf moteur oculaire commun du bœuf, corpuscules que, à la vérité, Bidder (p. 32) n'a pu retrouver; Reissner, au contraire, a vu également ces corpuscules chez l'homme, où, sur quatre cellules ganglionnaires observées, trois paraissaient sans prolongements, et la quatrième était une cellule multipolaire; 2° le facial, au niveau de son coude, renferme une multitude de gros corpuscules ganglionnaires qui, selon Remak, ne sont traversés que par une portion des fibres du nerf (*Müll. Arch.*, 1841); 3° Volkmann (in Bidder, *Ganglienkörper*, p. 68) assure que la petite racine de l'hypoglosse du veau, laquelle porte un ganglion, détermine des effets moteurs. On ne saurait dire encore quelle est la signification de ces corpuscules ganglionnaires siégeant sur des nerfs moteurs. Il est vraisemblable que leur rôle se borne à donner naissance, comme ceux des ganglions spinaux, à des fibres qui se dirigent vers la périphérie. Quoi qu'il en soit, le fait de leur existence démontre que des ganglions peuvent se trouver ailleurs que sur des nerfs sensitifs. Les nerfs des 5e, 9e et 10e paires ressemblent aux nerfs rachidiens en ce qu'ils renferment à la fois des éléments moteurs et des tubes sensitifs. La petite racine du *trijumeau* est formée principalement de tubes larges, sa grosse racine, au contraire, de tubes minces. Le ganglion de Gasser, ainsi que les petits renflements placés dans son voisinage, contient un grand nombre de globules ganglionnaires, dont le volume varie entre 18 et 67 μ, et dont l'enveloppe est parsemée de noyaux. Mes observations sur de petits mammifères m'ont donné la conviction que ce ganglion se comporte comme les ganglions spinaux, c'est-à-dire qu'il est traversé tout simplement par les fibres de la grosse racine, et que des cellules unipolaires qui

constituent partent des fibres nerveuses de moyenne largeur qui suiit le trajet des rameaux efférents. On y rencontre aussi, il est vrai, des llules bipolaires, mais en très-petite quantité, à ce qu'il paraît, et j'ai uvé chez le veau des cellules à 3 ou 4 prolongements (fig. 215); sur le me animal, des noyaux à 3-5 nucléoles sont loin d'être rares. La distrition terminale du trijumeau est en grande partie celle des nerfs cuta-s. Pour les détails, voyez les paragraphes qui les concernent.

On trouve des *ganglions périphériques* sur le nerf lingual. Pour ce qui des grands ganglions qui existent constamment sur les divisions du rf trijumeau (ganglion ciliaire, otique, sphéno-palatin, lingual, sousxillaire), leur structure m'a paru identique avec celle des ganglions npathiques, si ce n'est qu'ils renferment une assez grande quantité de rpuscules ganglionnaires plus volumineux que ceux de ces derniers. — ivant Volkmann (*Müll. Arch.*, 1840, p. 188), il n'est point de fibre du *sso-pharyngien*, nerf affecté aux mouvements, qui ne traverse l'un ou atre des ganglions placés sur son trajet. Sur les racines de ce nerf, qui ferment beaucoup de tubes minces, on observe souvent chez les mamfères, d'après Bidder (*loc. cit.*, p. 30), des corpuscules ganglionnaires iso-, simplement appliqués sur elles, et d'où l'on verrait partir deux fibres rveuses de moyen calibre, comme de ceux des racines du nerf vague. Les nglions du glosso-pharyngien sont analogues à ceux des nerfs rachidiens; sont simplement traversés par les fibres radiculaires, et dans leur épaisur, des fibres ganglionnaires naissent de cellules, en général unipolaires. s rameaux de ce nerf qui se distribuent dans l'oreille moyenne et dans la gue, présentent souvent de petits ganglions; ils se terminent, du reste, mme le trijumeau (grosse portion). Chez l'homme, le *nerf vague* tout tier pénètre dans le ganglion jugulaire; il n'en est pas de même chez elques mammifères, où un certain nombre de fibres des racines ne nnent aucune part à la formation du ganglion jugulaire : tels sont le ien, le chat, le lapin, d'après Remak (*Fror. Not.*, 1837, n° 54), le chien le mouton, d'après Volkmann (*Müll. Arch.*, 1840, p. 491); chez le u, au contraire, la racine motrice du nerf vague renferme également s globules ganglionnaires. Le ganglion jugulaire, de même que l'*intuscence gangliforme* du pneumogastrique, ne m'a présenté aucune particularité qui puisse le faire distinguer des ganglions spinaux. Je dois dire ulement que j'y ai trouvé des globules ganglionnaires qui n'avaient que µ; mais à côté d'eux, il y en avait beaucoup qui atteignaient jusqu'à µ. La distribution terminale du nerf vague a lieu de telle sorte, comme dder et Volkmann l'ont fait observer avec raison, qu'il en résulte une èce de séparation des tubes larges et des tubes minces : c'est ainsi e les rameaux qui se rendent à l'œsophage, au cœur, à l'estomac, renment presque exclusivement des tubes minces, tandis que dans les anches destinées au poumon, dans le laryngé supérieur, les tubes inces sont aux tubes larges comme 2 : 1, et dans le laryngé inférieur, ns les rameaux pharyngiens, comme 1 : 6 ou 10. Les tubes minces sont

loin d'avoir tous leur source dans le grand sympathique, puisqu'ils prédominent déjà dans les racines du nerf vague, et qu'ils ne sont pas moins nombreux dans le nerf laryngé supérieur. Beaucoup de ces tubes minces ne sont peut-être que des tubes larges qui ont subi une diminution de calibre, ou bien des tubes ganglionnaires nés comme tels dans les ganglions, et que je ne saurais ranger avec ceux du grand sympathique. Pour les diverses terminaisons du nerf vague, voyez plus loin les paragraphes concernant les organes auxquels se distribue ce nerf. Le *nerf accessoire de Willis*, bien que sensitif peut-être en partie, ne porte point de corpuscules ganglionnaires. Sa distribution et sa terminaison n'ont rien de spécial.

Gerber a déjà mentionné l'existence d'anses terminales dans l'intérieur des troncs nerveux, et plus tard Valentin en a décrit de nouveau dans le nerf vague (portion thoracique) de la souris et de la musaraigne, sans se prononcer sur la signification de cette disposition. Quelque chose de plus énigmatique encore, ce sont les fibres nerveuses trouvées par Remak et Bochdalek, et qui, émanées de l'encéphale, retourneraient à cet organe.

§ 121. **Nerfs ganglionnaires.** — C'est le nom le plus convenable qu'on puisse donner à cette partie du système nerveux qu'on a appelée *nerf grand sympathique*, *système nerveux sympathique* ou *de la vie végétative*, car sans présupposer aucune hypothèse physiologique, il exprime simplement le fait anatomique le plus évident. Les nerfs ganglionnaires ne constituent point une division du système nerveux complétement indépendante, comme le voulaient Reil et Bichat, ni une simple section du système cérébro-spinal. D'une part, les nombreuses fibres nerveuses issues des ganglions, *fibres ganglionnaires du grand sympathique*, en font un système spécial ; d'autre part, les fibres, en petit nombre, qu'ils reçoivent des autres nerfs, les relient à la moelle et à l'encéphale. Si nous comparons ensemble les nerfs ganglionnaires et les nerfs cérébro-spinaux, nous trouvons entre eux de grandes analogies, car les uns et les autres renferment à la fois et des fibres provenant de la moelle ou du cerveau et des fibres ganglionnaires. Ce qui les distingue, c'est que les premiers présentent un nombre bien plus considérable d'éléments indépendants, ganglions et fibres ganglionnaires, et forment beaucoup plus souvent des anastomoses. Si l'anatomie autorise, jusqu'à un certain point, à considérer les nerfs ganglionnaires comme un système à part, il n'est point rationnel cependant d'en faire quelque chose de complétement distinct, car tous les nerfs se composent, en somme, des mêmes éléments, et certains nerfs crâniens, le pneumogastrique, le glosso-pharyngien, par exemple, présentent de nombreux ganglions périphériques. D'ailleurs, l'anatomie comparée nous montre que les nerfs ganglionnaires se développent aux dépens des nerfs rachidiens, et la physiologie nous apprend qu'ils ne remplissent aucune fonction spéciale.

§ 122. **Cordon central des nerfs ganglionnaires.** — La portion centrale des nerfs ganglionnaires, ou le *nerf grand sympathique*, se présente chez

homme sous l'apparence d'un cordon blanchâtre, composé de tubes erveux à contours opaques, parallèles entre eux, ne montrant ni divi-ions, ni anastomoses, et mesurant, les uns 5,6 à 13 μ ou même plus, les utres seulement 2,6 à 3,3 μ. Ces fibres, d'un volume si différent, sont en artie mélangées ensemble, en partie réunies en faisceaux distincts et implement juxtaposés ; cette dernière disposition se voit surtout au voisi-age des ganglions du cordon central et dans les ganglions eux-mêmes.

La structure des *ganglions sympathiques*, envisagée d'une manière géné-ale, est la même que celle des ganglions spinaux ; ils sont composés : • de fibres nerveuses qui ne font que les traverser, se rendant d'une par-ie du tronc dans une autre ; 2° d'un certain nombre de tubes fins qui rennent naissance dans les ganglions eux-mêmes, et 3° d'une multitude e cellules ganglionnaires. En outre, les ganglions reçoivent les branches achidiennes ou rameaux communicants, tandis qu'un certain nombre de ameaux émergent de leur périphérie.

Les *cellules ganglionnaires du grand sympathique* (fig. 219 *b*) ne diffèrent as sensiblement de celles du système cérébro-spinal ; elles sont seule-ient plus petites, d'une manière générale, car elles ont 13 à 40 μ de dia-iètre, ou 18 à 22 μ en moyenne. Elles sont aussi plus pâles ou même com-létement incolores, et en général assez uniformément arrondies. Quant l'*origine des fibres nerveuses du cordon central du grand sympathique*, un imple coup d'œil fait voir immédiatement qu'elles proviennent en grande artie des rameaux communicants. Ces rameaux se détachent du tronc es nerfs rachidiens immédiatement au-dessous du ganglion spinal ; elles ont constituées comme les racines sensibles (c'est-à-dire qu'elles sont ormées principalement de tubes minces), et quel que soit leur nombre, lles sont liées certainement avec l'une et l'autre espèce de racines. Tout e que nous avons pu voir jusqu'ici nous fait présumer que les fibres de es branches afférentes naissent principalement de la moelle épinière et es ganglions spinaux, qu'elles sont, par conséquent, les racines du grand mpathique. Il serait possible, néanmoins, qu'un petit nombre de ces bres eussent leur source dans le grand sympathique, et se réunissent ux nerfs rachidiens pour cheminer avec eux vers la périphérie.—Une fois ntrées dans le cordon central du grand sympathique, les branches affé-entes provenant des nerfs spinaux, divisées, en général, en deux ou plu-eurs rameaux, s'unissent aux fibres longitudinales du tronc pour se diri-er, soit vers l'extrémité supérieure, soit vers l'extrémité inférieure de ce ernier (fig. 218-219). Sur les lapins, on réussit très-souvent à suivre les bres d'une branche afférente jusqu'au ganglion voisin et même dans cer-tains rameaux périphériques ; mais le plus souvent, les faisceaux isolés se érobent à la vue après un court trajet. Il n'en est pas moins certain pour ela que peu à peu tous ces faisceaux passent dans les nerfs périphériques u grand sympathique ; car ces nerfs renferment tous un nombre très-onsidérable de tubes larges et à contours obscurs, analogues à ceux des ranches afférentes ; d'un autre côté, on ne voit nulle part, dans le cordon

central, la terminaison ou l'origine de ces fibres. C'est là aussi le motif principal qui doit faire considérer les branches afférentes, non comme de véritables branches, mais comme des racines du grand sympathique.

Outre les fibres fines et grosses des branches afférentes, le cordon central du grand sympathique en contient un grand nombre d'autres qui, bien qu'à contours foncés, sont pâles et d'une finesse extrême. Je ne crains pas d'affirmer que ces tubes, qui n'ont que 2,6 à 4,5 μ de largeur, naissent dans le grand sympathique lui-même, et ne sont nullement de simples prolongements des fibres des branches afférentes, comme on l'a prétendu dans ces derniers temps, après avoir découvert des globules ganglionnaires bipolaires chez les poissons. Chez les mammifères, il est extrêmement facile de faire voir, en examinant des ganglions sympathiques entiers, et en se servant avec circonspection de la soude étendue et de la compression, que la grande majorité des fibres des branches afférentes ne contracte pas la moindre liaison avec les corpuscules ganglionnaires, entre lesquels elles passent tout simplement pour se rendre dans les branches efférentes. Mais comme, outre ces fibres, on en trouve beaucoup d'autres, très-fines, dans le grand sympathique, qu'il est impossible de suivre jusque dans les branches afférentes, on doit admettre nécessairement que cette seconde catégorie de fibres constitue un élément nouveau, qui a son origine dans ce nerf lui-même. Cette conclu-

FIG. 218.

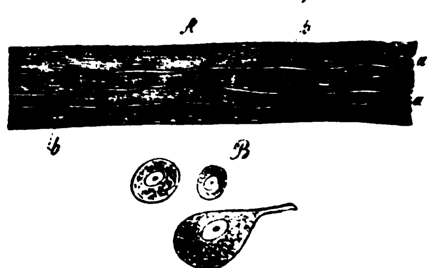


FIG. 219.

FIG. 218. — Sixième ganglion thoracique gauche du grand sympathique du lapin, vu par sa face postérieure, traité par la soude et grossi 40 fois. *T* 2, tronc du grand sympathique; *R c*, *R c*, branches rachidiennes, ou de *communication*, se divisant chacune en deux rameaux; *Spl*, nerf splanchnique; *S*, ramuscule du ganglion présentant deux grosses fibres et un grand nombre de fibres fines, et se rendant probablement à des vaisseaux; *g*, corpuscules ganglionnaires et fibres ganglionnaires qui se réunissent au tronc du grand sympathique.

FIG. 219. — Éléments du grand sympathique de l'homme, vus à un grossissement de 350 diamètres. *A*, fragment d'un nerf gris traité par l'acide acétique. *a*, tubes nerveux fins; *b*, noyaux des fibres de Remak. *B*, trois corpuscules ganglionnaires, dont un muni d'un prolongement pâle, les autres en apparence apolaires.

altra plus fondée encore si nous ajoutons qu'il n'est point difficile
ntrer, comme je l'ai fait voir le premier, et d'autres après moi,
a dans les ganglions sympathiques des mammifères et des am-
des origines simples de fibres nerveuses, et quand on sait que
, dans les ganglions, un certain nombre de fibres fines semblent
per les cellules, c'est-à-dire qu'elles parcourent un trajet extrê-
tortueux entre les différents groupes de cellules. Mes obser-
sur les mammifères et sur l'homme me portent à considérer les
s sympathiques comme les analogues des ganglions spinaux,
ens qu'ils contiennent surtout des cellules unipolaires, et très-
cellules bipolaires. Mais ils en diffèrent en ce qu'ils présentent
ment beaucoup de globules apolaires, que les fibres ganglion-
qui y prennent naissance sont des plus fines que l'on rencontre
nerfs périphériques, et que très-probablement ces fibres émer-
ganglion dans diverses directions. Suivant Remak, il n'y au-
s les ganglions du grand sympathique que des *cellules multipo-*
ssertion qui est certainement erronée. Küttner, au contraire, ne
hez la grenouille que des cellules unipolaires, et il admet que le
ement de ces cellules, après un court trajet, se divise en deux fibres
es; mais son opinion manque de preuves suffisantes. Beale et
d enfin pensent, comme il a été dit plus haut, que chez le même
chaque cellule présente deux prolongements, l'un rectiligne,
nroulé en spirale autour du premier, tous deux de nature ner-
– Quant à déterminer d'une manière plus précise le trajet des
erveuses dans le grand sympathique, leur origine de telle ou telle
rachidienne, et leur terminaison dans telle ou telle branche pé-
ue, c'est un problème dont la solution doit être réservée pour des
nes ultérieures.

rétendu que les petites cellules des ganglions sympathiques diffèrent essen-
t des grosses cellules, celles des ganglions spinaux, par exemple, et qu'elles
mies qu'à des tubes minces (Robin). Cette assertion n'est pas tout à fait
omme il ressort déjà en partie des observations de Wagner et de Stannius,
ans les ganglions des nerfs crâniens et rachidiens des mammifères et de
on trouve toutes les transitions possibles entre les gros et les petits cor-
et dans les renflements ganglionnaires du grand sympathique, on rencontre
is, rarement il est vrai, de grosses cellules qui ont jusqu'à 67 μ; 2° on
onvaincre que le diamètre des fibres nerveuses issues des ganglions spinaux
ement en rapport avec le volume des cellules, car toutes les fibres gan-
es de ces cellules ont à peu près le même calibre; ce fait peut être vérifié
t sur les cellules bipolaires des poissons, qui souvent donnent nais-
leux fibres fort inégales en diamètre, et dont l'une peut être, d'après Stan-
fois plus épaisse que l'autre chez le pétromyzon. Si par hasard on était
onsidérer les petites cellules comme appartenant spécialement au grand sym-
, il me suffirait, pour réfuter une telle opinion, de rappeler qu'en dehors
lions qui siégent sur les racines des nerfs crâniens et rachidiens, il existe
s cellules nerveuses sur des points où certes personne ne songera à faire
r le grand sympathique, dans la moelle, par exemple, dans l'encéphale,

et, pour parler des nerfs périphériques, dans la rétine, dans le limaçon. Quoi qu'il en soit, il est certain que les renflements des nerfs ganglionnaires *contiennent généralement des cellules fort petites et qui ne donnent naissance qu'à des tubes minces.*

Bidder et Volkmann ont démontré sur la grenouille que la plupart des fibres des branches afférentes du grand sympathique se distribuent à la périphérie avec les nerfs rachidiens, et que, par conséquent, un très-petit nombre de ces fibres, que ces auteurs font dériver des ganglions spinaux, doivent être regardées comme des racines du grand sympathique. Je crois avoir remarqué cependant que, chez le lapin et chez l'homme, la plupart des fibres des rameaux communicants ont une direction centripète. Mais, chez l'homme, on trouve aussi très-souvent, d'après Luschka et Remak toujours, des fibres qu'on doit considérer comme des rameaux que le grand sympathique envoie aux branches périphériques des nerfs spinaux, et dont quelques filets pénètrent dans les vertèbres. Voyez, pour plus de détails à ce sujet, mon travail (*Mikr. Anat.*, II, I, p. 525), et surtout ceux de Luschka (*Nerven des Wirbelkanals*, p. 10 et suiv.) et de Rüdinger (*l. c.*).

Quant à l'origine véritable des fibres qui, des nerfs rachidiens, se rendent dans le grand sympathique, il est certain que la portion de la branche afférente qui provient de la racine motrice, et qui, d'après Luschka, est toujours représentée par un filet blanc, prend naissance dans la moelle elle-même ou dans l'encéphale ; la portion fournie par la racine sensitive peut être formée, en partie ou en totalité, de fibres nées dans le ganglion. Deux circonstances cependant rendent la seconde supposition invraisemblable : 1° On concevrait difficilement comment il peut se faire que des impressions portées sur des organes qui reçoivent des nerfs sympathiques puissent produire des sensations perçues ; 2° les fibres qui prennent naissance dans les ganglions spinaux sont de moyenne grosseur ; dans les branches afférentes du grand sympathique, de telles fibres sont très-rares, et celles qu'on y rencontre appartiennent aux racines motrices.

C'est ici le lieu de faire encore quelques remarques au sujet des *fibres minces* des nerfs ganglionnaires. Depuis longtemps on savait que les fibres nerveuses du grand sympathique sont notablement plus fines que celles des nerfs cérébro-spinaux. Mais c'est seulement en l'année 1842 que Bidder et Volkmann se sont efforcés de montrer que ces fibres ont non-seulement un diamètre moindre, mais encore des caractères anatomiques différents. C'est pour ce motif qu'ils leur ont donné le nom de *fibres nerveuses sympathiques*, en opposition avec celui de *fibres cérébro-spinales*, sous lequel on désignait les tubes larges. Tout au contraire, Valentin (*Repert.*, 1843, p. 103) et moi (*Symp.*, p. 18 et suiv.) nous avons cherché à démontrer que les fibres minces du grand sympathique ne forment point une classe spéciale de fibres nerveuses, et nos efforts me paraissent avoir été couronnés de succès. Voici nos principaux arguments : 1° Abstraction faite du diamètre, les tubes minces et les tubes larges ne présentent aucun caractère différentiel notable ; il existe d'ailleurs entre eux de nombreuses transitions. 2° On rencontre des tubes minces dans une foule d'endroits, en dehors du grand sympathique, et avec les mêmes caractères que dans ce dernier : ainsi, par exemple, chez l'homme et les mammifères, on en trouve dans les racines postérieures des nerfs spinaux, dans les racines des nerfs crâniens sensitifs. Nous avons vu plus haut qu'il est impossible de faire dériver ces fibres du grand sympathique, et qu'elles représentent des fibres cérébro-spinales minces. Dans la moelle et dans l'encéphale, des fibres analogues se montrent par milliers ; il en est de même des nerfs qui président aux sens de l'ouïe et de la vision. 3° Tous les tubes larges s'amincissent à leur extrémité périphérique, soit en se divisant, soit en diminuant peu à peu de calibre, de telle sorte qu'ils finissent toujours par adopter le diamètre et les autres caractères des tubes les plus fins. 4° A une certaine époque du développement, tous les tubes larges présentent une conformation identique avec celle des prétendues fibres sympathiques. — De tous ces faits on peut conclure avec certitude qu'il n'est point permis de considérer les tubes minces du grand sympathique comme un élément distinct, appartenant spécialement

à ce nerf, et qu'*au point de vue anatomique* on est mal fondé à classer les tubes nerveux d'après leur diamètre, d'autant plus que beaucoup de fibres présentent successivement tous les diamètres possibles, sur les divers points de leur trajet. Mais il est parfaitement juste de faire remarquer le *grand nombre de tubes pâles et très-fins qu'on rencontre dans le grand sympathique,* fait qui se retrouve dans les nerfs sensoriels supérieurs et dans la substance grise. Quant aux fonctions des tubes nerveux, mon avis est que la finesse des tubes du grand sympathique n'indique pas un usage tout à fait spécial, dévolu exclusivement à ces tubes; qu'elle est liée simplement à un mode de fonctionnement déterminé, qui peut se rencontrer également sur d'autres points.

§ 123. **Distribution périphérique des nerfs ganglionnaires.** — Du cordon central du grand sympathique naissent des branches qui marchent vers la périphérie. Ces branches renferment toujours des tubes minces et des tubes larges; très-souvent elles présentent, en outre, certains éléments spéciaux, auxquels elles doivent un aspect particulier. Les unes, en effet, sont blanches comme le tronc nerveux dans la plupart des régions, et comme les nerfs splanchniques; d'autres sont blanc grisâtre, comme les nerfs intestinaux, les nerfs de l'utérus non gravide (Remak, *Darmnervensystem*, p. 30); d'autres enfin sont grises et en même temps moins dures au toucher : tels sont le rameau carotidien interne, les rameaux carotidiens externes ou mous, les nerfs cardiaques, les nerfs des vaisseaux, en général, les rameaux qui unissent entre eux les ganglions et les plexus de la cavité abdominale, les nerfs glandulaires, les plexus pelviens. L'aspect particulier de ces derniers nerfs dépend en partie de nombreuses fibres fines du grand sympathique lui-même, mais surtout de la présence de certains éléments spéciaux, appelés *fibres de Remak*, du nom de l'anatomiste qui les a découvertes (*fibres gélatineuses* de Henle). Mais il est à remarquer que sous cette dénomination, on a compris les objets les plus disparates, tels que gaînes de fibres et cellules nerveuses, réseaux de corpuscules de tissu conjonctif, et véritables fibres nerveuses pâles, du type embryonnaire. La plupart des anatomistes, en parlant des fibres de Remak, pensent à ce tissu de fibres pâles, si facile à démontrer dans les nerfs de la rate et du foie, chez beaucoup d'animaux. On voit là des fibres aplaties, pâles, de 3, 3 à 6, 6 μ de largeur, 1, 3 μ d'épaisseur, à contenu vaguement strié, granuleux ou même homogène, et qui présentent d'espace en espace des noyaux le plus souvent allongés ou fusiformes, de 6 à 15 μ de longueur et 4, 5, 6, 7 μ de largeur. Ces fibres existent en très-grand nombre dans presque toutes les parties grises des nerfs ganglionnaires. Cependant je n'en trouve point dans beaucoup de portions des plexus pelviens de l'homme ; à leur place, on rencontre un tissu conjonctif abondant, sans noyaux ; Remak assure toutefois que les nerfs de l'utérus gravide en contiennent énormément (*Darmnervens.*, p. 30), au point qu'elles seraient trois à dix fois plus nombreuses que des véritables tubes nerveux opaques. Elles forment le plus souvent la couche fondamentale de ces cordons (fig. 219), et sont traversées par des tubes nerveux isolés ou réunis en petits faisceaux ; rarement et seulement au voisinage ou dans l'épaisseur des ganglions, elles

paraissent former une gaîne à de simples fibres nerveuses très-fines. Une seconde forme des fibres de Remak est constituée par un tissu difficile à décomposer en fibres, analogue au tissu conjonctif embryonnaire et parsemé de noyaux; elle se trouve surtout au voisinage des ganglions, autour des tubes nerveux, et se continue manifestement avec les gaînes des cellules ganglionnaires. Une troisième forme, enfin, composée de fibres anastomosées en réseau, avec des noyaux aux points d'intersection des fibres, se montre particulièrement dans le cordon central du grand sympathique, peut-être aussi ailleurs. — Les deux dernières formes mentionnées appartiennent au tissu conjonctif, cela me paraît certain. Pour ce qui est de la première, au contraire, *il est très-vraisemblable que toutes les fibres de cette catégorie sont des fibres nerveuses sans moelle.* — Outre ces fibres de Remak, les branches périphériques du grand sympathique se font remarquer par une multitude de *ganglions* plus ou moins volumineux, quelquefois microscopiques, placés sur leur trajet ou à leur terminaison. Les ganglions microscopiques ont été observés jusqu'ici sur les rameaux carotidiens, dans le plexus pharyngien, dans le cœur, dans les nerfs vasculaires de la grenouille, (Beale, Lehmann), à la racine et dans l'intérieur du poumon, sur la paroi postérieure de la vessie, dans la substance musculaire du col utérin de la truie, dans les plexus caverneux, dans la paroi intestinale (Remak, Meissner, Auerbach), dans les glandes salivaires et lacrymales (Krause), dans les glandes lymphatiques (Schaffner), sur l'uretère, le canal déférent, le canal pancréatique et les canaux biliaires des oiseaux (Manz). Nous étudierons plus en détail leur distribution en parlant des viscères. Ici je veux faire remarquer seulement, d'une manière générale, qu'au point de vue du volume et de la forme des cellules ganglionnaires, ainsi que sous le rapport des fibres fines qui en naissent, ces ganglions ressemblent complétement à ceux du cordon central. La cloison du cœur de la grenouille (fig. 220) est particulièrement *favorable pour montrer que les fibres nerveuses proviennent de cellules unipolaires, et que les cellules bipolaires*, admises en cet endroit par R. Wagner, *sont excessivement rares.* Donc ces ganglions aussi sont des sources fibres nerveuses, lesquelles sont plus nombreuses, par conséquent, dans les rameaux efférents que dans les rameaux afférents, en supposant, bien entendu, qu'elles ne sortent du ganglion que dans une seule direction, ce qui paraît être, en effet, le cas le plus ordinaire.

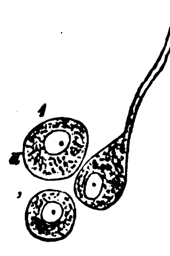


Fig. 220.

Quel est le mode de distribution des tubes nerveux qui ont leur source dans ces diverses régions, dans les branches rachidiennes, dans les ganglions du cordon central et dans les ganglions périphériques ? La chose est encore très-incertaine. Beaucoup de branches périphériques s'anasto-

Fig. 220. — Globules ganglionnaires d'un ganglion cardiaque de la grenouille. Grossissement de 350 diamètres. Un de ces globules donne naissance à un tube nerveux.

ment avec d'autres nerfs et se dérobent à toute investigation ultérieure; st ce qui arrive pour les rameaux carotidiens externes et internes. Ce rnier, formé seulement de fibres fines, mêlées avec une foule de fibres Remak, ne me paraît point être une racine dans l'acception ordinaire ce mot, mais bien plutôt une branche issue du ganglion cervical supéur, peut-être aussi des autres ganglions cervicaux. Je citerai aussi les meaux des branches afférentes qui s'unissent aux nerfs rachidiens pour tendre ensuite vers la périphérie, les rameaux cardiaques, pulmoires, etc. Certaines branches pénètrent dans le parenchyme des organes, elles s'amincissent au point qu'il devient impossible de les suivre longmps. Tout ce que nous savons jusqu'ici sur le trajet définitif de ces res, peut se résumer dans les propositions suivantes : 1° *On rencontre uvent des tubes nerveux qui se subdivisent dans les branches et dans les pansions terminales du grand sympathique*, par exemple, dans les nerfs de rate, des corpuscules de Pacini du mésentère, dans les nerfs qui accomgnent les vaisseaux mésentériques de la grenouille, dans ceux qui se ouvent sur les côtés de l'utérus chez les rongeurs, dans ceux du poumon, i cœur et de l'estomac de la grenouille et du lapin, dans ceux qui suint les artères méningées de la dure-mère, dans les rameaux sympaiques de l'esturgeon, dans les nerfs cardiaques des amphibies, dans les rfs de la vessie du lapin et de la souris, dans ceux du péritoine de iomme et de la souris, dans ceux des glandes lacrymales et salivaires. *Les tubes larges du grand sympathique se rétrécissent de plus en plus et issent par revêtir les caractères des tubes minces :* c'est ce qu'il est facile constater sur les branches qui vont à l'intestin, à la rate, au foie ; on ouve bien encore, dans l'épaisseur de ces organes, quelques fibres nerses d'un fort calibre, mais elles ne tardent pas à disparaître. — Quant la véritable terminaison de ces nerfs dans le sein des organes, dans le eur, le poumon, l'estomac, l'intestin, le rein, la rate, le foie, l'utés, etc., elle est encore peu connue jusqu'à présent. Cependant, quand a pu suivre ces nerfs, on a reconnu que leurs fibres terminales sont *mposées de fibres à noyaux embryonnaires et privées de moelle*, qui, après oir formé de riches réseaux de ramuscules et même de fibres isolées, se rminent enfin par des extrémités libres. (Meissner, Billroth, Manz, rause, Klebs, moi).

Relativement à la signification des fibres de Remak, quelques observateurs s'en ennent toujours à l'opinion défendue d'abord par Valentin (*Repert.*, 1838, p. 72 ; *ull. Arch.*, 1839, p. 107), d'après laquelle ces fibres ne seraient point des tubes erveux, mais simplement du tissu conjonctif enveloppant ces derniers. Mais on ne urait nier que la manière de voir de Remak, qui les considère comme des fibres erveuses, gagne de plus en plus du terrain, et semble même devoir être généralement adoptée, surtout depuis que Remak a proclamé hautement (*l. i. c.*), que tous s éléments qu'il a décrits sous les noms de fibres organiques, fibres grises, fibres noyaux, sont des fibres nerveuses. Comme ses arguments semblent avoir entraîné même nos autorités les plus compétentes en histologie, je crois que c'est pour moi n devoir de soutenir avec la même décision que Remak qu'une bonne partie de

ces fibres appartiennent au tissu conjonctif. Remak, dans ses dernières publications, représente les fibres en question, qu'il appelle *fibres ganglieuses*, comme *des cylindres d'axe entourés d'une gaine à noyaux délicate*. Ces cylindres d'axe, d'après lui, se ramifient assez fréquemment et présentent, aux angles de bifurcation, des corpuscules bipolaires ou multipolaires jaunâtres, pourvus d'un noyau, à peu près du volume d'une cellule lymphatique, et dont les propriétés chimiques sont analogues à celles des cellules ganglionnaires : il les appelle *grains ganglieux*. Ces grains ganglieux sont très-abondants dans le grand sympathique ; on les trouve tant dans les nerfs eux-mêmes qu'à la surface des gros globules ganglionnaires, dans les points où les gaînes des fibres ganglieuses se détachent des globules. Les fibres ganglieuses, dont le nombre va jusqu'à cinquante et plus, émergent ainsi de la substance des globules ganglionnaires, et se réunissent en faisceaux. Des fibres analogues naissent de tous les points de la surface des globules ganglionnaires qui composent les ganglions spinaux, et comme elles se rendent toutes à un même pôle du globule pour s'y réunir en faisceaux entourant les véritables prolongements de ce dernier, elles forment à ce globule une espèce de capsule très-épaisse. Tous ceux qui ont manié le microscope reconnaîtront évidemment dans cette description la gaîne extérieure des globules ganglionnaires et le prolongement de cette gaîne sur les tubes nerveux véritables. Les corpuscules ganglieux de Remak ne sont autre chose que les noyaux de cette gaîne et des fibres qui partent des cellules ganglionnaires. Mais au lieu de considérer, avec tout le monde, ces gaînes comme de simples enveloppes sans importance, Remak les fait dériver de la *substance des globules ganglionnaires*, et les range parmi les éléments nerveux. Or, cette manière de voir est ou ne peut plus inexacte. Les globules ganglionnaires, entourés de leur membrane de cellule, présentent, en rapport avec la gaîne parsemée de noyaux, une surface parfaitement lisse, qui exclut toute idée d'adhérence entre les globules et cette gaîne. Les cellules libres (fig. 177, fig. 214), fréquentes dans le grand sympathique de la grenouille, montrent la chose d'une manière évidente. Comme d'ailleurs nous n'avons aucune espèce de motif pour admettre que cette gaîne soit de nature nerveuse, il ne reste plus qu'à se ranger à l'opinion ancienne, qui voyait dans ces gaînes des enveloppes tout à fait accessoires. Je l'applique également aux fibres à noyaux des nerfs eux-mêmes.

Quant aux fibres de Remak dans les nerfs eux-mêmes, je puis assurer que celles *qui s'unissent entre elles en réseau*, et qui présentent des *grains ganglieux* dans les renflements, fibres que je vis d'abord chez Remak lui-même, ne sont autre chose que ce que j'ai appelé précédemment du tissu conjonctif réticulé, les prétendus grains étant de simples noyaux. J'ai démontré d'ailleurs que ces éléments que je décris maintenant, sous le nom de réseaux de corpuscules conjonctifs, sont extrêmement répandus. (V. § 23.) Les fibres à noyaux rectilignes du grand sympathique, au contraire, qui ressemblent à des fibres embryonnaires, sont, à mon avis, des fibres nerveuses. Un nouvel examen de ces fibres m'a montré qu'elles se distinguent très-nettement, au point de vue chimique, du tissu conjonctif ; l'eau bouillante ne les rend pas transparentes et gélatineuses ni ne les dissout ; au contraire, elle les rend troubles et opaques, comme des fibres musculaires et des corpuscules de tissu conjonctif; traitées par les acides très-dilués, elles se comportent également comme les deux éléments ci-dessus désignés. Mais attendu que, en présence de ces fibres, on ne saurait penser à des muscles lisses ni à des corpuscules de tissu conjonctif, il ne reste plus qu'à les considérer comme des éléments nerveux. Au reste, la structure de ces fibres est loin d'être suffisamment connue. M. Schultze croyait avoir vu que les fibres grises des nerfs viscéraux présentent un contenu spécial, finement granulé, que l'on en peut exprimer et dans lequel sont déposés les noyaux. En parlant ci-dessus des fibres pâles des nerfs spléniques, j'ai dit qu'elles sont formées de filaments très-fins, analogues à des cylindres d'axe, et de petites cellules fusiformes situées entre ces filaments (§ 105). Waldeyer a exprimé la même opinion. Dans un point, c'est-à-dire dans le cœur de la grenouille, j'ai pu démontrer aussi que les fibres pâles naissent de véritables cellules ganglionnaires, fait qui me paraît de nature à

lever tous les doutes. Il serait à désirer, cependant, qu'on pût démontrer cette origine sur d'autres organes, et que, d'une manière générale, on pût élucider davantage la structure de ces fibres.

Dans ces derniers temps, Remak (*loc. cit.*) a donné une description toute nouvelle du trajet des fibres nerveuses dans le grand sympathique ; cette description est fondée sur l'existence, dans les ganglions sympathiques, des cellules *multipolaires*, qu'il a découvertes dès l'année 1837. D'après lui, le rameau supérieur des branches afférentes, qu'il appelle *branches spinales*, amène au grand sympathique des racines motrices et sensitives provenant des nerfs rachidiens, racines qui, arrivées au premier ou au deuxième ganglion sympathique, s'unissent avec les cellules multipolaires qu'il renferme. De ces mêmes cellules naîtraient ensuite des tubes larges et des tubes minces, voire même des fibres sans moelle, dont une partie, passant par le rameau inférieur de la branche afférente ou le rameau *sympathique*, irait rejoindre les nerfs rachidiens pour se distribuer avec eux à la périphérie, et dont les autres suivraient la distribution du grand sympathique lui-même, dans lequel elles s'uniraient de nouveau avec des cellules multipolaires, une ou plusieurs fois, suivant le nombre des ganglions périphériques ; ces cellules, naturellement, donneraient naissance à leur tour à de nouveaux rameaux périphériques. D'après cela, le grand sympathique, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, ne contiendrait point de fibres nerveuses rachidiennes qui, sans contracter de liaison avec ses éléments, chemineraient simplement avec lui vers la périphérie. Il ne renfermerait pas non plus des fibres propres, spéciales ; il ne serait que la réunion d'un grand nombre de nerfs rachidiens, dont les éléments se divisent fréquemment et présentent des cellules ganglionnaires à leurs points de division. Ce sont ces cellules et les nombreux tubes nerveux qui en partent pour la périphérie, qui donneraient au grand sympathique son existence indépendante, et qui expliqueraient la multiplication des fibres dont il est le siége, en même temps qu'ils feraient mieux comprendre les phénomènes physiologiques qui se rattachent à ce nerf. Il est à regretter que Remak ait négligé de nous donner des preuves à l'appui de cette théorie, dont il s'est contenté d'esquisser rapidement les principaux traits. Un seul point me paraît certain dans la doctrine de Remak, c'est l'existence de cellules multipolaires dans les ganglions sympathiques, fait dont je me suis assuré moi-même, pour la première fois, sur les pièces de Remak. Mais ce que cet anatomiste n'a point démontré, c'est que les cellules unipolaires qui, comme il l'avoue lui-même (p. 4), se rencontrent *presque exclusivement* dans les ganglions sympathiques des poissons, des batraciens et dans les ganglions crâniens des mammifères, que ces cellules, dis-je, présentent toujours des ramifications dans leur prolongement unique ; encore moins un esprit non prévenu admettra-t-il comme fondée sur l'observation la description qu'il donne du trajet des fibres des branches afférentes et des prolongements des cellules multipolaires. Les faits suivants sont en contradiction avec les assertions de Remak. 1° J'ai montré le premier, et je soutiens fermement que la plupart des prolongements, si souvent *uniques* pour chaque cellule sympathique, se continuent directement avec une fibre opaque, *sans se diviser*. 2° *Toutes les fibres, sans exception*, qui naissent des cellules ganglionnaires du grand sympathique, sont des fibres fines, jamais des fibres moyennes ou larges ; donc il n'est point exact de considérer les tubes moyens ou larges qu'on rencontre dans les branches périphériques du grand sympathique, comme provenant des ganglions de ce nerf. 3° Les fibres des branches afférentes du grand sympathique traversent toujours le cordon central et les ganglions en faisceaux compactes, qui cheminent vers la périphérie ; il me paraît donc démontré que l'immense majorité de ces fibres est complétement indépendante des cellules nerveuses des ganglions sympathiques. En présence de ces faits, l'hypothèse de Remak ne peut se soutenir. Je dis l'hypothèse, car quiconque a l'habitude de ce genre de recherches, sera parfaitement convaincu que sur de simples coupes de ganglions, il est tout à fait impossible de suivre le trajet des fibres nerveuses avec la précision qu'affecte la doctrine de Remak. Quoi qu'il en soit, la science sera redevable à Remak d'avoir établi l'existence des cellules multipolaires,

et mon avis est qu'une étude plus approfondie de ces cellules pourra nous conduire à des données de la plus haute valeur sur les fonctions du grand sympathique. On devra donc rechercher maintenant si les prolongements d'une même cellule sont, les uns sensitifs, les autres moteurs; s'ils servent à établir des communications entre cellules éloignées, et si peut-être les fibres rachidiennes du grand sympathique s'unissent avec ces cellules, soit par le moyen de rameaux, soit dans les ganglions périphériques; il est vrai que dans ces ganglions il ne paraît pas y avoir de cellules multipolaires, du moins dans ceux du cœur (moi) et de l'intestin (Manz, Krause); Kollmann croit, au contraire, en avoir rencontré chez l'enfant.

Je veux ajouter encore quelques remarques sur *la structure des cellules ganglionnaires*. En premier lieu, pour ce qui est des rapports des fibres nerveuses efférentes avec le noyau et le nucléole, en examinant récemment le ganglion de Gasser, j'ai reconnu une source d'erreur qu'il me paraît utile de signaler. Dans une cellule, le noyau semblait fournir un prolongement pâle, recourbé, qui traversait la cellule pour gagner la périphérie, où il se terminait par une région plus foncée, renflée en bouton. Un examen plus attentif démontra *que le noyau avait crevé et que le nucléole s'était creusé à travers la substance de la cellule, jusqu'à la surface de celle-ci, une voie* qui figurait une fibre partant du noyau. — D'autre part, sur le grand sympathique de la grenouille, j'ai traité les cellules ganglionnaires par le *carmin*, le *chlorure d'or* et l'*acide hyperosmique*, ce qui m'a donné les résultats suivants: dans le carmin, le noyau et le nucléole se colorent les premiers en rouge intense; le noyau présente alors des limites nettes, et ne paraît nullement uni aux autres parties. Plus tard, le corps de la cellule se colore également, mais moins que le noyau, et à cette période on trouve aussi manifestement colorées les vraies fibres nerveuses qui naissent des cellules, de même que les fibres nerveuses des rameaux et les noyaux des gaînes. Les fibres spirales, au contraire, abstraction faite de leurs noyaux, ne présentaient nulle part une coloration franche; elles avaient tout au plus une très-faible teinte rougeâtre, à peine appréciable, dont il ne faut pas tenir grand compte, attendu que parfois le tissu conjonctif se colore également. — Dans le chlorure d'or à $\frac{1}{2}$ %, *toutes les fibres nerveuses* du grand sympathique de la grenouille, fines et grosses, *prennent une couleur violette intense*, tandis que les *noyaux*, qui sont plus nombreux dans les ramuscules naissant des ganglions que dans les troncs d'un certain volume, *restent incolores*. Dans les cellules ganglionnaires, le contenu se colore d'abord en violet clair, puis en violet de plus en plus foncé, pendant que le noyau et le nucléole restent incolores; à la fin la fibre émergente rectiligne devient également violette. Quant aux fibres spirales, jamais elles ne m'ont offert la moindre trace de coloration; jamais non plus je n'ai pu voir de fibrilles colorées à la surface de la cellule, ou de continuité du nucléole avec la fibre nerveuse émergente. — Jusqu'ici l'acide hyperosmique ne m'a pas donné de résultats utiles, je présume que cela tient peut-être à la qualité non irréprochable du réactif que j'employais.

Les résultats fournis par le carmin et le chlorure d'or sont évidemment plutôt favorables à l'opinion de ceux qui considèrent les fibres spirales comme n'étant point des éléments nerveux. Il est à remarquer, en outre, qu'en traitant par le chlorure d'or les petits rameaux sympathiques de la cavité abdominale, on n'y dévoile que des fibres à moelle dont la gaîne renferme de nombreux noyaux, tandis qu'on n'y découvre point de fibres à noyaux spirales, si ce n'est au voisinage immédiat des ganglions. Il semblerait donc que les fibres spirales se transforment plus tard en gaînes pour les fibres nerveuses isolées, tandis que les gaînes des cellules ganglionnaires se confondent avec celles des petits troncs.

§ 124. **Développement des éléments du système nerveux.** — Les *cellules nerveuses*, quel que soit leur siége, résultent d'une simple modification des cellules primordiales de l'embryon, qui prennent des dimen-

sions plus considérables et se garnissent d'un nombre variable de prolongements; celles du système nerveux central et de la rétine naissent de certaines cellules de la lame médullaire de l'embryon, celles des ganglions périphériques proviennent des éléments du feuillet moyen du blastoderme.

Beaucoup de cellules nerveuses semblent *se multiplier* plus tard *par scission* : du moins ai-je rencontré fréquemment deux noyaux dans les cellules nerveuses d'animaux très-jeunes, spécialement dans les ganglions. Je ne saurais comprendre autrement ces cellules unies entre elles par un filament, et que plusieurs observateurs ont pu voir comme moi.

Les *fibres nerveuses périphériques* ne paraissent pas se développer sur place; elles semblent venir des centres nerveux (encéphale, moelle, ganglions), à l'état de prolongements des cellules nerveuses, autour desquels se déposent ensuite des cellules du feuillet moyen du blastoderme, pour former les premiers rudiments de la gaîne nerveuse primitive. Mais le développement de ces éléments n'a pas encore été étudié avec assez de soin pour qu'on puisse en parler avec précision. Une fois cette ébauche formée, les fibres nerveuses sont des fibres plates, mesurant 2,6 à 7 μ en largeur, et renfermant des noyaux; elles sont grises ou d'un blanc mat (fig. 221). Plus tard, chez les embryons humains de quatre à cinq mois, leur couleur blanche devient de plus en plus éclatante, par suite du développement, par un mécanisme encore inconnu, de la substance médullaire dans l'intérieur des fibres, qui probablement contiennent dès l'origine un cylindre d'axe. A partir de ce moment, le reste de la fibre pâle avec ses noyaux constitue la gaîne primitive (fig. 221, 2, 3).

Dans les *terminaisons nerveuses*, le *développement* paraît procéder d'une manière différente, sous certains rapports, de celle qu'on observe dans les troncs. Il est facile à suivre, ainsi que je l'ai indiqué (*Ann. des sc. natur.*, 1846, p. 102, pl. 6, 7), dans la queue d'une larve d'amphibie (fig. 221, 3, fig. 222). Schwann avait déjà fait remarquer (page 177) que les premiers rudiments des nerfs s'y montrent sous la forme de fibres pâles, ramifiées, de 0,2 à 0,5 μ de largeur, qui s'anastomosent d'espace en espace et se terminent toutes par des fibrilles excessivement fines, de 0,4 à 0,9 μ.

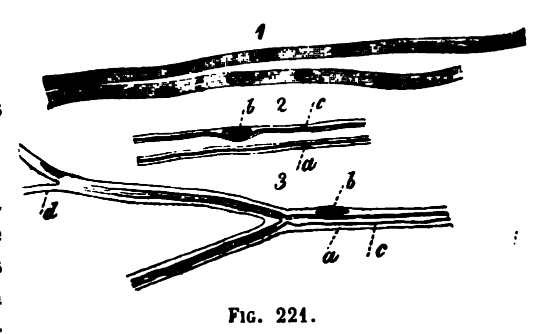


FIG. 221.

FIG. 221. — 1. Deux fibres nerveuses tirées du nerf sciatique d'un embryon de seize semaines. 2. Tube nerveux d'un lapin nouveau-né. *a*, enveloppe de ce tube; *b*, noyau; *c*, gaîne médullaire. 3. Fibre nerveuse prise sur la queue d'un têtard. *a*, *b*, *c*, comme précédemment. En *b*, la fibre conserve encore le caractère embryonnaire. La fibre opaque présente une bifurcation.

On y reconnaît sans la moindre peine que les fibres résultent de la fusion de cellules fusiformes ou étoilées, car on y trouve encore de ces cellules isolées, placées très-près des fibres, et d'autres unies plus ou moins intimement par leurs prolongements ; d'autre part, aux points, un peu renflés, où ces fibres se divisent, on rencontre des noyaux de cellule très-évidents, et à côté d'eux, au moins dans les larves très-jeunes, ces corpuscules anguleux du vitellus qui, comme on sait, remplissent toutes les cellules de l'embryon dans les premiers temps. Or, au début, les fibres nerveuses embryonnaires sont en très-petit nombre, et limitées à quelques petits rameaux placés très-près des muscles de la queue ; mais peu à peu, se développant du centre vers la périphérie, ils pénètrent plus avant dans les parties transparentes de la queue, parce que continuellement de nouvelles cellules s'ajoutent aux troncs nerveux déjà formés, tandis que ceux-ci, semblables en quelque sorte aux capillaires de ces larves, s'unissent directement entre eux par des prolongements très-fins. Une fois produites, ces ramifications, dont la nature nerveuse n'est nullement contestable en présence des signes non équivoques de sensibilité que donnent les têtards, éprouvent ultérieurement les transformations suivantes. Les fibres acquièrent progressivement un diamètre double ou quadruple de celui qu'elles avaient primitivement ; en même temps se développent, d'*abord dans les branches*, *puis dans les rameaux*, des fibres primitives fines à bord foncés, dont le mode de formation est encore inconnu. Dans cette évolution, les phénomènes suivants, qui n'ont point encore été observés chez les animaux supérieurs, présentent un intérêt spécial. 1° Dans les points où une fibre embryonnaire pâle se bifurque, il

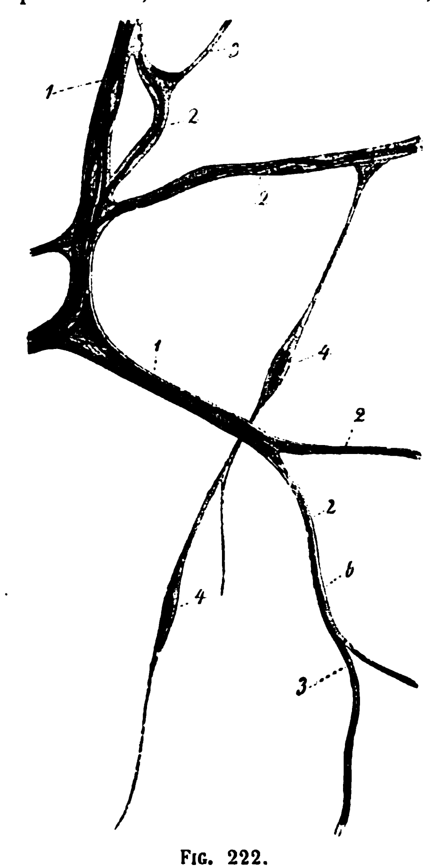


FIG. 222.

FIG. 222. — Nerfs de la queue d'un têtard, grossis 350 fois. — 1. Fibres nerveuses embryonnaires dans lesquelles se sont développées plusieurs fibres à contours foncés. 2. Fibres embryonnaires ne contenant qu'un seul tube à bords foncés, qui, dans l'une d'elles, se termine en *b*. 3. Fibres embryonnaires pâles. 4. Cellules fusiformes unies entre elles et avec une fibre nerveuse complétement développée.

se développe également çà et là, mais non toujours, une bifurcation du tube opaque auquel elle donne naissance. 2° Les tubes à contours opaques ne remplissent presque jamais complétement les fibres pâles dont ils proviennent; ordinairement ils laissent entre eux et l'enveloppe de la fibre embryonnaire un espace, souvent aussi considérable que celui qu'ils occupent, et dans lequel on trouve çà et là les noyaux des cellules formatrices primordiales. 3° Dans les troncs et dans les branches principales des fibres embryonnaires, plusieurs tubes à contours foncés (2 à 4) se développent bien certainement au sein de la même fibre embryonnaire, phénomène excessivement remarquable, qui prouve qu'il existe aussi des tubes périphériques à contours opaques dépourvus de gaine amorphe (voy. p. 322), et qui rappelle ce qui a lieu pour les faisceaux musculaires, dont les éléments multiples se développent également dans l'intérieur d'un même tube. Comme la queue des têtards tombe au bout d'un certain temps, on ne saurait y suivre le développement des nerfs jusqu'à un état aussi parfait que celui qu'ils présentent dans d'autres parties. On peut voir cependant, sur les têtards les plus âgés, que ces nerfs ont gagné en diamètre, et que vers la périphérie, les uns recourbent en anse, les autres se terminent par des extrémités libres; mais on y retrouve encore toujours les fibres pâles primitives qui partent des tubes opaques, et forment des expansions terminales très-fines, présentant des anastomoses et des extrémités libres.

Je ne me serais pas arrêté si longtemps sur le développement des nerfs du têtard, s'il n'était très-vraisemblable que la même disposition se rencontre dans une foule d'autres terminaisons nerveuses. La chose est hors de doute pour les nerfs de l'organe électrique de la torpille, nerfs qui, même à l'état parfait, ressemblent beaucoup à ceux des têtards avancés en âge, et qui se développent d'une manière tout à fait identique, ainsi que vient de le montrer Ecker (*Zeitschrift f. wiss. Zool.*, 1849, p. 38). On peut en dire autant des nerfs cutanés de la souris, de ceux du cœur et des muscles lisses (moi, Billroth). Peut-être sera-t-il démontré un jour que partout où les tubes nerveux périphériques présentent des divisions, ils se développent à peu près suivant le mode que nous venons de décrire.

Nous ne possédons pas encore de recherches décisives sur le *développement des fibres nerveuses dans les organes centraux;* ce que nous savons à cet égard est exposé dans la note.

Quant aux modifications ultérieures des tubes nerveux, nous avons déjà fait remarquer qu'une partie de ces tubes croissent considérablement en diamètre. D'après Harting (*l. c.*, p. 75), les fibres nerveuses encore sans contours foncés qui composent le nerf médian d'un fœtus humain de quatre mois, ont, en moyenne 3,4 μ de largeur; celles du nouveau-né 10,4 μ, et celles de l'adulte 16, 6 μ. L'accroissement de volume que prennent les nerfs eux-mêmes à partir du quatrième mois doit être attribué uniquement, suivant Harting, au développement des éléments déjà existants, le fœtus et le nouveau-né possédant le même nombre de fibres primitives que l'adulte.

Toutes les propositions que j'ai avancées précédemment (*Mikr. Anat.* et *Handb.* 3ᵉ édit.), et d'après lesquelles les fibres nerveuses de l'encéphale se montrent d'abord sous la forme d'éléments fusiformes pourvus de noyaux, sont devenues douteuses pour moi depuis que j'ai appris à connaître le réticulum celluleux de la substance conjonctive dans le système nerveux central, et depuis que j'ai eu l'occasion de vérifier les observations de Kupffer, de Bidder et de Remak sur le développement des cordons blancs de la moelle et des racines nerveuses chez l'embryon (*Entwickelungsg.*, p. 256-267). D'après ces observations, les cordons et racines sont formés exclusivement, dans le principe, de fibrilles ténues, non mélangées de noyaux ou de cellules. Suivant Bidder et Kupffer, il est possible que ces fibrilles naissent des cellules nerveuses; ces auteurs admettent qu'elles ne sont que des cylindres d'axe autour desquels la gaîne nerveuse et la moelle se forment plus tard, aux dépens de cellules de nouvelle formation, dans un blastème déposé entre les fibrilles. Moi-même je ne puis qu'admettre que *les fibres nerveuses de l'encéphale et de la moelle se développent simplement comme des prolongements des cellules nerveuses*, et qu'aucune autre espèce de cellules ne participe à leur développement, ce qui concorde avec ce fait que toutes ces fibres sont dépourvues de gaîne à noyaux. — Les cellules de substance conjonctive de la substance blanche, *qui font défaut dans le principe*, naissent probablement de la pie-mère, en même temps que les vaisseaux, et s'enfoncent dans l'épaisseur de la moelle, tandis que dans la substance grise, ces cellules se développent d'une manière indépendante, c'est-à-dire par transformation d'une portion des cellules formatrices primitives. (Voy. aussi Clarke et Besser, *l. i. c.*)

Autrefois on faisait naître *les fibres nerveuses périphériques in loco;* mais d'après ce que nous savons aujourd'hui des fibres centrales et dans l'état actuel de l'histoire du développement, il est probable que ces fibres aussi, c'est-à-dire leurs cylindres d'axe, naissent partout des grands centres et des ganglions, sous la forme d'excroissances des cellules nerveuses, autour desquelles se déposent ensuite certaines parties formées à la périphérie et qui représentent les gaînes. En conséquence, il faudrait admettre que les fibres nerveuses des racines motrices dérivent, quant à leurs cylindres d'axe, des cellules nerveuses qui composent les noyaux gris moteurs de la moelle et de l'encéphale, et résulteraient dans toute leur étendue, jusqu'à leurs expansions ultimes, d'une sorte de bourgeonnement de ces cellules. Le lieu d'origine des fibres sensitives serait peut-être principalement dans les ganglions, peut-être aussi dans la moelle et dans l'encéphale, et quant à celui des fibres ganglionnaires du grand sympathique, il faudrait le chercher dans les ganglions de ce nerf. Les gaînes des fibres nerveuses seraient produites par l'addition de cellules de substance conjonctive autour des cylindres d'axe, et la moelle nerveuse, qui n'existe pas dans l'origine, serait une production secondaire, dépendant peut-être surtout de l'activité sécrétoire des cellules enveloppantes.

A cette hypothèse, dans laquelle les cylindres d'axe seraient des excroissances des cellules nerveuses qui s'enfonceraient de plus en plus dans la périphérie, Hensen, tout récemment, en a opposé une autre, d'après laquelle les cylindres d'axe seraient encore des excroissances des cellules, mais se formeraient constamment entre deux cellules, lesquelles seraient toutes deux des cellules nerveuses, ou dont l'une représenterait un organe terminal périphérique de nature nerveuse; ils n'auraient donc jamais d'extrémité libre s'allongeant de plus en plus. Hensen est arrivé à cette théorie surtout par l'observation des extrémités nerveuses dans l'épiderme des têtards. Il croit, en effet, avoir trouvé que les nerfs sensitifs de cet animal se terminent dans les nucléoles des cellules épithéliales, et il admet que depuis l'époque de la formation première, certaines cellules du germe, en se multipliant par scission, ne se séparent pas complétement, et restent unies ensemble par des filaments intermédiaires. Quand le germe se divise en feuillets, ces cellules forment, par exemple, des éléments du feuillet corné et du feuillet médullaire, et le filament intermédiaire figure une fibre nerveuse qui unit les uns aux autres, et qui plus tard s'allonge de plus en plus, en même temps que, en rapport avec la scission continuelle des cellules du feuillet

corné, elle se subdivise vers la périphérie, en d'autres termes se ramifie. C'est de la même manière que Hensen s'imagine les rapports génétiques entre les cellules nerveuses et tous les autres appareils terminaux, et entre les cellules nerveuses elles-mêmes; il pense que sa manière de voir a tout autant ou plus d'arguments en sa faveur que celle que j'ai exposée plus haut.—Je ne veux pas nier qu'il y ait quelque chose de vrai dans l'opinion de Hensen, et il est certainement très-rationnel d'expliquer de cette manière les liaisons entre les cellules nerveuses de l'encéphale et de la moelle et des ganglions, si ces liaisons existent véritablement, de même que dans d'autres parties développées aux dépens de la lame médullaire, comme entre les cônes et bâtonnets et les cellules nerveuses de la rétine; c'est d'ailleurs ce qu'avait déjà indiqué en partie Beale. Quant à ce qui concerne, au contraire, les autres fibres nerveuses, il m'est impossible d'admettre l'hypothèse si hardie de Hensen, et cela pour les motifs suivants. En premier lieu, *il est faux que toutes les extrémités des nerfs soient unies à des cellules terminales*, et même l'observation relative à la terminaison des nerfs dans l'épiderme des têtards n'est pas encore confirmée. Mais dans les régions où se trouvent des *extrémités nerveuses libres*, comme dans les organes électriques, dans la cornée, dans la plupart des muqueuses, dans la peau des animaux supérieurs, dans les corpuscules de Pacini, etc., l'hypothèse de Hensen est simplement impossible. *En second lieu*, l'histoire du développement ne nous fournit pas une seule observation directe favorable à cette hypothèse; non-seulement personne n'a vu, dans les premiers temps, les cellules du tube médullaire et celles des autres feuillets blastodermiques unies entre elles, mais tout au contraire, les divers organes primitifs (vertèbres primitives, corde dorsale, tube médullaire, lame cornée, lames latérales) se sont toujours montrés séparés par des fentes distinctes. *Troisièmement*, quand on essaye d'appliquer la théorie de Hensen, même au feuillet corné et au feuillet des glandes intestinales, on tombe sur des impossibilités. Essayez donc, en vous servant des figures 17 et 24 à 26 de mon *Histoire du développement*, de rechercher la preuve de cette continuité entre certaines cellules des diverses régions du feuillet corné et du feuillet des glandes intestinales, entre les lames latérales et le tube médullaire, et vous vous apercevrez immédiatement de cette impossibilité. *Quatrièmement* enfin, l'histoire du développement a démontré d'une manière irrécusable que les nerfs s'allongent vers la périphérie sous la forme de gros troncs, et cela à une époque relativement plus reculée. (Voy. spécialement les *Recherches* de Remak.) Je ne vois donc pas qu'il soit possible d'admettre autre chose qu'un accroissement graduel du centre vers la périphérie.

Admettant que les cylindres d'axe des nerfs périphériques sont simplement des prolongements des cellules nerveuses, on devra se demander comment se développent leurs gaînes, et quelle est la signification des terminaisons pâles, garnies de noyaux, qui se montrent dans les premiers rudiments des nerfs (fig. 222). Quant à la première question, il est à peu près indubitable que, dans les troncs, les gaînes des fibres nerveuses proviennent simplement de cellules de substance conjonctive qui se fusionnent ou se juxtaposent; ces gaînes seraient donc les analogues de celles du système nerveux central, dont les cellules, si elles ne forment pas des gaînes distinctes pour les diverses fibres, leur constituent néanmoins des loges. Pour ce qui est des extrémités pâles et garnies de noyaux des nerfs en voie de développement, il est certain que plus tard, ce qui en reste se montre sous la forme de gaînes (fig. 222), en continuité avec celles des troncs. Je regarde donc ces parties comme des cellules de substance conjonctive fusionnées, servant simplement d'enveloppe aux fibres nerveuses. Il est vrai qu'on ne saurait considérer comme décidée la question de savoir si les cylindres d'axe préexistent à ces gaînes terminales, comme Hensen croit l'avoir vu sur la queue des têtards, ou si les gaînes constituent l'élément primitif, dans lequel les nerfs ne se forment que consécutivement, ainsi qu'il m'a semblé jusqu'à présent. Dans la première hypothèse, on pourrait admettre que les extrémités nerveuses embryonnaires sont véritablement des cellules fusionnées, dont les cavités se sont ouvertes les unes dans les autres, et que les cylindres d'axe ont ensuite poussé dans

ces cavités. Mais il serait difficile de comprendre comment ces gaînes terminales se continuent avec celles des troncs d'un certain volume. J'incline donc plutôt à penser que les gaînes terminales sont formées de cellules disposées autour des cylindres d'axe à la manière des éléments qui constituent les vaisseaux capillaires. De même que les rudiments des capillaires ne contiennent point de sang dans le principe, de même les rudiments des gaînes nerveuses terminales, si on les envisage de cette façon, pourraient, dans l'origine, être vides, c'est-à-dire dépourvus de cylindres d'axe, lesquels s'y engageraient plus tard en s'allongeant.

Dans ce qui précède, je ne veux pas prétendre que jamais les terminaisons de cylindres d'axe ou des tubes nerveux ne sont unies à des fibres à noyaux ou à de véritables cellules de nature nerveuse; au contraire, il est certain que de telles connexions s'observent fréquemment : ainsi, par exemple, dans les organes sensoriels supérieurs et chez les invertébrés, puis sur toutes les cellules nerveuses bipolaires. Mais dans un cas particulier, il est souvent difficile d'émettre un jugement certain, puisque les véritables gaînes se confondent si bien, à leur terminaison, avec les cylindres d'axe, qu'on ne saurait démontrer leur extrémité (fig. 172, 173).

La conclusion à tirer de tout ce qui vient d'être dit, au sujet de la nature des fibres nerveuses, c'est que *toutes les fibres nerveuses*, même les fibres périphériques, sont *dépourvues d'une gaîne représentant une membrane de cellule*, et qu'elles ne sont autre chose que des prolongements sans enveloppe des protoblastes, prolongements qui, le plus souvent, reçoivent une gaîne formée d'une substance particulière (la moelle nerveuse) et une enveloppe de substance conjonctive simple, mais qui, à leur origine et à leur terminaison, se montrent complétement nus.

Nous avons déjà indiqué, dans les paragraphes précédents, quelles sont les *méthodes* qui ont été employées pour l'*étude* du système nerveux. Pour le système nerveux central, on se sert particulièrement de deux méthodes, qui consistent à le faire durcir dans l'*alcool* (première méthode de Stilling, Clarke), ou dans l'*acide chromique* ou le bichromate de potasse (Eigenbrodt, moi). La première donne de très-belles préparations quand, à l'exemple de Clarke, les sections très-minces enlevées à l'aide d'un rasoir humecté sont plongées d'abord pendant une ou deux heures dans un mélange d'une partie d'acide acétique et de 3 parties d'alcool, puis dans l'alcool, et enfin, après 1-2 heures, dans la térébenthine, qui expulse l'alcool et rend la section parfaitement transparente; de sorte qu'elle peut être conservée dans le baume du Canada. L'inconvénient de ces préparations consiste en ce que la moelle des tubes nerveux devient transparente, si bien que les cylindres d'axe seuls restent distincts, qu'il n'est pas toujours facile de suivre leur trajet, et qu'il est presque impossible de le distinguer des prolongements des cellules. La seconde méthode, que le premier j'ai appliquée sur une large échelle, et qui aujourd'hui est assez généralement admise, donne d'excellents résultats quand on prend les précautions convenables pour faire durcir la pièce. Je préfère maintenant le bichromate de potasse à l'acide chromique, qui rend souvent les préparations trop cassantes, et je recommande surtout de renouveler fréquemment le liquide. On commencera par une solution à 1-2 pour 100, et l'on ira graduellement à 3-4 pour 100, jusqu'à ce que les pièces soient bien dans toutes leurs parties. Pour rendre les tranches transparentes, un excellent moyen, c'est la soude étendue; elle éclaircit notamment la substance grise et permet de suivre le trajet des tubes nerveux, qui présentent des contours foncés. L'acide sulfurique dilué peut servir au même moyen (Bidder et Kupffer). Si l'on veut conserver les préparations, il faut les laver pour en retirer la soude et les mettre dans la glycérine étendue ou dans le chlorure de calcium. Dans ces derniers temps, Gerlach a imaginé de *colorer les préparations avec le carmin*, ce qui peut se faire aussi bien sur les pièces durcies par l'alcool que sur celles qui ont été plongées dans l'acide chromique. Ce procédé, combiné avec la méthode de Clarke, donne des préparations d'une rare beauté, pour la confection desquelles on consultera avec avantage les travaux de Stilling, Goll, Reissner et Dean. Les préparations à l'acide chromique, rendues transparentes au moyen de la térébenthine, peuvent aussi

servir très-bien pour étudier le trajet des fibres. Le cerveau et la moelle peuvent parfaitement être étudiés sur l'homme ; il en est de même des éléments des ganglions. Mais pour suivre le trajet des fibres dans ces derniers, pour constater le mode de terminaison des nerfs, il est préférable de se servir d'abord de petits mammifères, et de n'examiner qu'en seconde ligne ce qui existe chez l'homme. Dans le but de découvrir les petits ganglions de la substance du cœur, Ludwig recommande de traiter la préparation par l'acide phosphorique et l'acide iodhydrique ioduré, ce dernier tellement dilué qu'il ne présente qu'une légère teinte brune. Pour toutes les extrémités nerveuses périphériques, je trouve très-avantageuses les méthodes que j'ai fait connaître à l'occasion des nerfs musculaires (v. § 90), particulièrement l'acide acétique très-dilué. Il est à remarquer seulement que ce réactif *fait pâlir les tubes à moelle fins*, et qu'il faut toujours se servir également de pièces fraîches et de la soude diluée, quand on veut prendre une idée nette de la distribution de ces éléments. — Relativement à l'emploi du chlorure d'or, voyez plus haut. Les embryons humains et ceux des mammifères sont très-convenables pour étudier le développement du système nerveux; mais on ne négligera pas les larves des batraciens, et, si l'occasion se présente, les organes électriques des embryons de la torpille, où les connexions entre les divers éléments nerveux sont beaucoup plus évidentes.

Bibliographie des nerfs. — *Éléments du système nerveux.* — C. G. Ehrenberg, *Beobachtungen einer bisher unerkannten Structur des Seelenorgans des Menschen.* Berlin, 1836. — G. Valentin, in *Müll. Arch.*, 1839, p. 139; 1840, p. 218; in *Repertorium* de Valentin, 1838, p. 77; 1840, p. 78; 1841, p. 96; 1843, p. 96; et *Hirn- und Nervenlehre.* Leipzig, 1841. — J. E. Purkyně, in *Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag*, année 1837, Prag., 1838, p. 177, et in *Müll. Arch.*, 1845, p. 281. — Remak, in *Müll. Arch.*, 1841, p. 506; 1844, p. 461. — R. Wagner, *Neurol. Unters.* Gött., 1854. — Remak, *Bau d. Nervenfas. u. Ganglienkugeln*, in *Berichte von Wiesbaden*, 1853, p. 182; *Ueber gangliöse Nervenfasern*, in *Berl. Monatsber.*, 1852; *Ueb. multipol. Ganglienzellen*, *ibid.*, 1854; *Neurol. Beobachtung.*, in *Deutsche Klinik*, 1855, n° 27. — Ch. Robin, *Sur le périnèvre*, in *Arch. gén.*, 1854, p. 323. — Schiff, *Neurol. Notiz.*, in *Arch. d. Ver. f. g. Arb.* I. — Klebs, in, *Virch. Arch.*, t. XXXII, p. 176. — L. Besser, in *Virch. Arch.*, t. XXXVI, p. 134 et 305. — Voyez en outre les travaux mentionnés § 31.

Organes centraux. — Volkmann, art. NERVENPHYSIOLOGIE in *Wagn. Handw. d. Phys.*, II. — Stilling et Wallach, *Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks.* Leipzig, 1842. — Stilling, *Ueber die Medulla oblongata.* Erlangen, 1843; *Untersuchungen über den Bau und Verrichtungen des Gehirns*, I. *Ueber den Bau der Varolischen Brücke.* Iena, 1846. — Lockhart Clarke, in *Philos. Transact.*, 1851-53; *On the Anatomy of the spinal cord*, in *Beale's Archives of Medicine*, III, p. 200; *Researches on the intimate Structure of the Brain*, in *Proceedings of the Royal Society*, t. VIII, n° 27, et *Phil. Transact.*, 1858, I; *Further researches on the grey subst. of the spinal cord*, in *Phil. Transact.*, 1859, I, p. 437. — Schilling, *De medulla spin.* Dorpat, 1832. — Owsjannikow, *De medullæ spin. imprimis in piscibus str.* Dorp., 1854, *diss.* — Kupffer, *De med. spin. text. in ranis.* Dorp. 1854, *diss.* — Metzler, *De med. spin. avium textura.* Dorp., 1855, *diss.* — Schröder v. d. Kolk, *Anat. phys. onderzoek over het ruggemerg.* Amst., 1854. — Bratsch et Ranchner, *Zur Anat. d. Rückenmarks.* Erlangen, 1855. — V. Lenhossek, *Neue Unters. üb. d. Bau d. centr. Nervens.*, in *Denkschr. d. W. Akad.*, X, 1855; 2ᵉ édit., 1858 et *Beitr. z. Erört. d. hist. Verh. d. centr. Nervens.*, in *Wiener Sitzungsb.*, t. XXX, p. 34. — Jacubowitsch, *Mikr. Unters. üb. d. Nervenursprünge*, in *Mél. biolog.*, II, 1856, p. 374; *Mitth. üb. d. f. Bau v. Gehirn u. Mark.* Breslau, 1857; *Rech. compar. sur le système nerveux*, in *Comptes rendus*, 1858, 30 août. — Bidder et Kupffer, *Unters. üb. d. Text. des Rückenmarkes*, Leipzig, 1857. — Gratiolet, *Note sur la structure du syst. nerv.*, in *Comptes rendus*, 1855, p. 22. — Stilling,

Neue Unters. üb. d. Bau d. Rückenmarks. Cassel, 1857-59. — **Kölliker**, *Bau d. Rückenm. nied. Wirb.*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII. — **Bergmann**, *Notiz. üb. e. Structurv. d. Cerebellum u. Rückenmarks.*, in *Zeitschr. f. rat. Med.* Nouv. série, t. XIII, p. 360. — R. Berlin, *Beitr. z. Structurlehre d. Grosshirnwindungen*. Erlangen, 1858, *diss.* — J. Gerlach, *Mikr. Studien aus dem Gebiete der menschl. Morphologie*. Erlangen, 1858, 8 pl. — P. Owsjannikow, in *Arch. f. path. Anat.*, t. XV, p. 150. — R. Wagner, *Krit. u. exp. Unters. üb. d. Funct. d. Hirns*, in *Gött. Nachr.*, 1859, n° 6 ; 1860, n° 4.— H. Hess, *De cerebelli gyrorum text. disq.* Dorpat, 1858, *diss.* — J. Schröder v. d. Kolk., *Von het fynere zamenstel en de werking van het verlengde ruggemerg*. Amsterd., 1858. — J. Kupffer, *De cornu ammonis textura*. Dorpat, 1859. *diss.* — E. Stephany, *Beitr. z. Histologie der Rinde des grossen Gehirns*. Dorpat, 1860. — F. Goll, *Beitr. z. fein. Anat. des menschl. Rückenmarks*. Zürich, 1860. — J. B. Trask, *Contrib. to the anat. of the spin. cord*. San Francisco, 1860. — E. v. Bochmann, *Ein Beitr. z. Histologie des Rückenmarks*. Dorpat, 1860, *diss.* — J. Dean, *Micr. Anat. of the lumbar enlargement of the spinal cord*. Cambridge America, 1861. — G. Walter, *Ueb. d. fein. Bau d. Bulbus olfactorius*, in *Virch. Arch.*, XXII, 1861, p. 241. — H. Luschka, *Der Hirnanhang u. die Steissdrüse des Menschen*. Berlin, 1860, 2 pl. — P. Owsjannikow, *Ueb. d. femeinre Structur des Lobi olfactorii der Säugethiere*, in *Müll. Arch.* 1860, p. 469 ; *üb. d. Rückenmark*, etc. in *Bull. de l'Acad. de Pétersb.*, VII, p. 137; *üb. d. Cerebellum*, ibid., p. 157. — L. Clarke, *Ueb. den Bau des Bulbus olfact. u. d. Geruchsschleimhaut*, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XI, p. 31. — E. Reissner, *Zur Kenntniss d. Rückenmarks von Petromyzon fluvialis*, in *Müll. Arch.* 1860, p. 545. — L. Stieda, *Das Rückenmark u. e. Theile d. Gehirns von Esox lucius*. Dorpat, 1861, *diss.* — J. Traugott, *Beitr. z. Anat. d. Rückenm. v. Rana temporaria*. Dorpat, 1861, *diss.* — J. Wagner, in *Müll. Arch.* 1861, p. 735 (canal central double). — *Uffelmann*, in *Henle's Zeitschr.*, t. XIV, 1862, p. 232 (substance grise du cerveau). — E. Rutkowsky, *Ueber die graue Substanz der Hemisphären des Kleinen Gehirns*. Dorpat, 1861, *diss.* — J. G. de Voogt, *Besch. o. d. zamenstelling van het ruggemerg*. Leyd., 1862, *diss.*— L. Mauthner, in *Wien. Sitzungsber.*, t. XLII (corpuscules de tissu conjonct. du syst. nerv. cent.) — F. E. Schulze, *Ueb. d. fein. Bau d. Rinde d. kl. Gehirns*. Rostock, 1863. — J. Wagner, *Ueb. d. Ursprung d. menschl. Sehnervenfas. im Gehirn*, *diss.* Dorpat, 1863. — L. Clarke, in *Phil. Trans.* 1862, II, p. 911 (dével. de la moelle) ; in *Proceed. of the Lond. Royal Society*, XI, p. 359, XII, p. 716. — E. Reissner, *Der Bau des centr. Nervens. d. ungeschewänzten Batrachier*. Dorpat, 1864. — C. Frommann, *Unters. üb. d. norm. u. path. Anat. d. Rückenmarks*. Jéna, 1864. — B. Stilling, *Unters. üb. d. Bau d. kl. Gehirns*, 1[er] cah. Cassel, 1864. — Dean, *The gray subst. of the med. obl. and trapezium*. Washington, 1864. — J. Grimm, in *Müll. Arch.* 1864, p. 502 (moelle de Vipera berus). — L. Stieda, in *Müll. Arch.* 1864, p. 407 (cervelet). — E. Deiters, *Unters. u. Gehirn. u. Mark. d. Menschen u. d. Säug.*, Brunswick, 1865. — G. Boddaert, in *Bullet. de l'Acad. de Belgique*, t. XIX, p. 58. — T. Langen, *De hypophysi cerebri*, *diss.* Bonn., 1864. — J. Henle, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXIV, p. 143. — J. Luys, *Rech. s. le syst. nerv. cérébro-spinal*. Paris, 1865. — L. Beale, in *Proced. of the London Royal Society*, t. XII, p. 671. — T. Meynert, in *Œsterr. Zeitschr. f. prakt. Heilk.*, 1855, n[os] 1, 2, 5, 8, 10, 20 ; in *Allg. Wien. med. Zeitschr.*, 1865, n[os] 51, 52; 1866, n° 2; in *Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien*, 1866.

Système nerveux périphérique, y compris le *grand sympathique*. — R. Wagner, *Sympathischer Nerv.*, *Ganglienstructur u. Nervenendigungen*, in *Wagner's Handw. d. Phys.*, livr. XIII, p. 360.— *Sympathische Ganglien des Herzens*, ibid., p. 452. — H. Stannius, *Das peripherische Nervensystem der Fische*, Rostock, 1849 ; puis in *Arch. f. phys. Heilk.*, 1850, et *Gött. Nachr.*, 1850, n[os] 5-16, 1851, n° 17. — E. G. Waller, *Nouvelle méthode anatom. p. l'investigation du syst. nerv.*, Bonn, 1852-4, et in *Müll. Arch.* 1852, p. 393. — C. Axmann, *Beitr. z. mikr. Anat. u. Phys. d. Gangliennervens*. Berlin, 1853. — Küttner, *De origine nervi sympath. ran.* Dor-

it, 1854, *diss.* — M. Krause, *Ueber Nervenendigungen*, in *Zeitschr. f. rat. Med.* ' série, t. V. p. 28. — Kollmann, *Ueb. d. Verlauf d. Vagi ind. Bauchlöhle*, in *itschr. f. w. Zool.* X, 413. — E. Reissner, *Neurol. Studien*, in *Müll. Arch.* 1861, 615 et 1862, p. 125. — L. Beale, in *Arch. of med.*, n° 13, p. 19. — Duchenne, *Compt. rend.* 1865, janv. (gangl. cervic. du grand sympath.). Rüdinger, *Die rbreitung des Sympathicus in der animalen Röhre*, 1862, et *Die Rückenmarksnern der Baucheingeweide.* Munich, 1866. — Luchtmans, in *Anteek. etc. van het trechtsche genootschap.* Utrecht, 1864 (gr. sympath.). — Kollmann et Arnstein, *Zeitschr. f. Biol.* II, p. 271. — Courvoisier, *Beob. ü. d. sympath. Grenzstrang*, ile, 1866, *diss.*, et in *Arch. f. Mikr. Anat.* II, p. 13.

Enveloppes et vaisseaux du système nerveux. Luschka, in *Müll. Arch.*, 1852, 103 (granulat. de Pacchioni); *Die Adergeflechte des menschl. Hirns*, Berlin, 1855, *Zeitschr. f. rat. Med.*, VII, p. 68. — E. H. Ekker, *De cerebri et med. spin. syst. s. capill.* Trajecti, 1853, *diss.* — Oegg, *Die Unters. u. d. Anordnung d. Gef. Hl. Hirns. Aschaffenb.* 1857, *diss.* — W. Krause, *De vasis sanguiferis in cavo ...., diss. Kinw.*, 1855. — E. Häckel, in *Virch. Arch.*, XVI, 259 (plexus chorides); Virchow, *ibid.*, XVI, 180 (pigment de l'arachnoïde). — L. Meyer, in *rch. Arch.* XIX, 171 (granul. de Pacchioni). — Fr. Goll, *in Viertelj. d. Zürch. t. Gesellsch.*, 1864 (vaisseaux de la moelle).

Organes électriques et terminaisons nerveuses spéciales aux animaux. R. Wagner, *ber den innern Bau der elektrischen Organe im Zitterrochen.* Göttingen, 1847. — bin, in *Annal. d. sc. natur.*, 1847 (raja). — H. Müller, in *Würzb. Verh.* II, 21 134 (torpille et follicules des plagiostomes). — Leydig, in *Müll. Arch.*, 1854, 317 (raie) et *Anat. d. Rochen und Haie*, 1862 (follicules et canaux muqueux). - Remak, in *Müll. Arch.*, 1856, p. 467 (torpille). — Kölliker, *Vürzb. Verh.* VIII, orpille, raie, follicules de Savi, corpuscules nerveux de Stomias). — C. Eckhard, *Beitr. z. Anat. u. Phys.* II (canaux muqueux des plagiostomes). — A. Ecker, in *rib. Ber.*, n° 28, p. 472, et *Unters. z. Ichthyologie*, 1859, p. 29 (mormyre). — Bilharz, *Das elektr. Organ. des Zitterwelses.* Leipzig, 1857. — M. Schultze, in *Müll. Arch.*, 1858, p. 193 (raie), 1862, p. 470, et *Zur Kenntniss d. elektr. Org. d. Fische*, I et II. Halle 1858 et 1859 (torpille, gymnote, malaptérure). — C. Kupffer et F. Keferstein, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3e série, t. H, p. 344 (gymnote et mormyre). — Hartmann, in *Müll. Arch.*, 1861, p. 646 (mormyre, torpille, malaptérure). — F. E. Schultze, in *Müll., Arch.*, 1861, p. 759, et *Zeitschr. f. w. Zool.*, XII, 218 (canaux muqueux et organes analogues des amphibies nus). — J. Marcusen, *Die Familie der Mormyren*, in *Petersb. Mem.*, t. VII, 1864. — Voyez, en outre, s belles planches de Ecker (*Icon. phys.*, pl. XIII et XIV), ainsi que les ouvrages mentionnés à l'occasion de la peau, des muscles, des vaisseaux et des organes des sens.

CHAPITRE V

DES ORGANES DE LA DIGESTION

SECTION PREMIÈRE

DU CANAL INTESTINAL

§ 125. **Texture générale du canal intestinal.** — Le canal intestinal est essentiellement formé de plusieurs membranes, dont la plus profonde la

membrane muqueuse, correspond, par sa structure, à l'enveloppe tégumentaire externe, et se trouve constituée comme elle : 1° par un revêtement celluleux non vasculaire, l'épiderme muqueux, ou *épithélium* ; 2° par une couche fondamentale composée de tissu conjonctif et de tissu élastique, contenant des vaisseaux, des nerfs et de petites glandes de formes diverses, souvent garnie d'appendices particuliers (papilles, villosités), et traversée par des fibres musculaires lisses; c'est la *membrane muqueuse proprement dite;* 3° par une couche extérieure d'un tissu conjonctif lâche, *tissu sous-muqueux*, ou tunique celluleuse sous-muqueuse. La seconde tunique intestinale, ou *tunique musculeuse*, contient des fibres musculaires striées au commencement et à la fin de l'intestin, dans une certaine étendue; partout ailleurs elle est formée de fibres musculaires lisses. Les éléments qui la composent sont groupés généralement en deux couches distinctes, l'une extérieure à fibres dirigées longitudinalement, l'autre profonde, à fibres transversales; plus rarement ils forment trois couches. La troisième tunique, enfin, ou *tunique séreuse*, ne se rencontre que dans la partie abdominale et pelvienne de l'intestin : c'est une membrane mince, transparente, peu riche en nerfs et en vaisseaux, et pourvue d'un épithélium, laquelle recouvre le tube intestinal, et l'unit aux parois et viscères de l'abdomen.

A. — De la bouche. — Muqueuse de la cavité buccale.

§ 126. **Muqueuse de la bouche, et tissu sous-muqueux.** — Une seule tunique, la tunique muqueuse, forme, pour ainsi dire, la première portion du canal intestinal. Cette membrane, plus ou moins adhérente aux os et aux muscles qui limitent la cavité buccale, se distingue principalement par son épaisseur assez considérable, par sa couleur rouge, due à la grande richesse de son réseau vasculaire, et aussi par la présence d'un grand nombre de nerfs et de papilles.

La *muqueuse proprement dite* se continue, au niveau des lèvres, et se confond insensiblement avec le derme cutané ; plus transparente et plus souple que le corium, elle est cependant assez résistante et encore plus extensible. Elle consiste, de même que les portions les plus minces du derme cutané, en une seule couche, de 220 à 450 μ d'épaisseur, et présente, à sa face externe, un grand nombre de papilles analogues à celles de la peau. Ces papilles, ordinairement simples, sont quelquefois bifurquées (dans les cas d'hypertrophie, elles peuvent présenter des prolongements multiples); elles sont coniques ou filiformes et ont une longueur de 220 à 500 μ, et une largeur de 45 à 90 μ, (longueurs extrêmes de 4 à 30 μ; largeurs extrêmes 22 à 12 μ). Distribuées irrégulièrement, elles sont tellement pressées les unes contre les autres, qu'elles se touchent presque par leur base; il est rare que l'espace qui les sépare égale leur propre diamètre. — Indépendamment de ces papilles, la membrane muqueuse présente à sa surface libre l'ouverture du conduit naso-palatin et un grand nombre d'ori-

fices glandulaires, dont quelques-uns reposent sur des éminences papilliformes d'un certain volume.

Le *tissu sous-muqueux* de la cavité buccale n'est pas partout le même : sur le plancher de la bouche, à la face antérieure de l'épiglotte, et surtout aux freins des lèvres, de la langue et de l'épiglotte, il est mince, lâche, pourvu de vaisseaux d'un certain calibre et de très-peu de graisse; disposition qui donne une grande mobilité à la muqueuse de ces organes. Dans les points, au contraire, où le tissu sous-muqueux contient des glandes, il devient plus résistant, comme aux lèvres et aux joues, ou même il est pour ainsi dire tout à fait fixe, comme à la base de la langue et au voile du palais; en même temps, et c'est ce qu'on observe principalement dans les derniers points mentionnés, le tissu sous-muqueux se charge de masses adipeuses d'un certain volume. Le tissu sous-muqueux est très-serré, dense, blanchâtre sur les prolongements alvéolaires des mâchoires, où il forme, en quelque sorte, une seule membrane avec la muqueuse proprement dite et le périoste (*gencives*). Il présente les mêmes caractères à la voûte palatine, où la membrane muqueuse est unie à l'os par une couche fibreuse épaisse, qui s'oppose à tout mouvement et qui renferme aussi des glandes. Enfin, le tissu sous-muqueux est également très-serré sur la langue, dans les régions couvertes de papilles. A ce niveau, elle est unie intimement aux muscles, dont un grand nombre de fibres se prolongent dans son intérieur, ou plutôt se terminent dans une couche blanchâtre, épaisse, très-résistante et comme tendineuse, qui est située immédiatement au-dessous des fibres musculaires longitudinales supérieures, et qu'on a désignée sous le nom de *fascia linguæ* (Zaglas).

En ce qui concerne la *structure intime* de la muqueuse buccale, on remarque que dans la couche sous-muqueuse, le tissu conjonctif l'emporte de beaucoup, tandis que dans la muqueuse proprement dite se trouvent partout des éléments élastiques très-nombreux. Dans la membrane muqueuse, comme dans le tissu sous-muqueux, le tissu conjonctif se montre sous la forme de faisceaux de 4 à 11 μ de largeur, non anastomosés en réseaux, mais s'entrecoupant dans les sens les plus divers, et présentant une sorte de stratification peu distincte. Le feutrage des fibres du tissu conjonctif est très-marqué dans le voisinage de l'épithélium, où ce tissu se continue par degrés avec une couche à peu près amorphe, qui là, non plus que dans le derme, ne peut être isolée complétement. Dans l'intérieur des papilles, à l'exception de celles de la langue, la structure fibreuse est généralement peu distincte; la papille paraît composée, dans son ensemble, d'une substance conjonctive à peu près homogène, légèrement granuleuse, dans laquelle sont disséminées quelques cellules. — Le *tissu élastique* ne se montre généralement dans la couche sous-muqueuse que sous la forme de fibres fines et peu nombreuses; çà et là, cependant, il est plus développé, comme dans le frein de l'épiglotte, où les fibres sont aussi plus fortes. Le tissu élastique est plus abondant dans la muqueuse; on le rencontre partout entre les faisceaux du tissu conjonc-

tif, jusque très-près de l'épithélium, sous l'aspect de réseaux serrés et cohérents de fibres élastiques, ou plus ordinairement, de fibres de moyenne grosseur, ayant 2 à 3,3 μ de diamètre. On trouve aussi là des fibres élastiques contournées en spirale (corpuscules de tissu conjonctif transformés), mais en petit nombre. La membrane muqueuse renferme enfin des *cellules adipeuses* ordinaires; on les rencontre principalement dans la couche sous-muqueuse, tantôt agglomérées en lobules et tantôt isolées.

Les *vaisseaux* de la membrane muqueuse sont excessivement nombreux, et se comportent, d'une manière générale, comme ceux de la peau. Les papilles d'un petit volume ne contiennent qu'une seule anse capillaire; les grosses papilles, au contraire, simples ou ramifiées, présentent un réseau de capillaires (fig. 223) : c'est ce qui se voit notamment sur les gencives, au palais, dans la région glandulaire de la racine de la langue, ainsi qu'à la face inférieure de cet organe et aux lèvres.



Fig. 223.

Les *nerfs* de cette membrane sont difficiles à découvrir; mais en la traitant par un alcali caustique, on rend très-évident, dans ses couches externes, un réseau à larges mailles, formé de ramuscules excessivement fins, dont les tubes nerveux se bifurquent quelquefois : ces divisions sont fréquentes, surtout à la face antérieure de l'épiglotte. Dans les papilles, il est souvent impossible de découvrir la moindre trace de nerfs; d'autres fois, au contraire, on y constate, dans les grosses papilles surtout, la présence d'une ou de deux fibres nerveuses onduleuses, dont le diamètre, primitivement de 4,5 μ, finit par se réduire à 2,6 μ, et dont le mode de terminaison n'a pu être déterminé jusqu'ici. Chez la plupart des individus, les papilles des lèvres contiennent cette forme particulière de renflements terminaux dont il a déjà été question (§ 40, fig. 61), et qu'on trouve aussi dans d'autres régions de la cavité buccale (p. 135). J'ai rencontré également, dans les lèvres, les pelotons nerveux signalés par Gerber (voy. p. 135). La muqueuse buccale est riche en *vaisseaux lymphatiques;* mais nous ne connaissons qu'imparfaitement les origines de ces vaisseaux et leurs connexions avec la muqueuse ellemême; je dois dire cependant que Sappey a injecté les réseaux lymphatiques des gencives et de la voûte palatine. (*Anat.*, I, 2, p. 687; *Atl. Bonamy et Beau*, t. III, pl. 5, fig. 5.)

Fig. 223. — Papille simple de la gencive d'un enfant, avec vaisseaux multiples et épithélium. Grossissement de 250 diamètres. Les vaisseaux d'après Bowman.

Les grosses glandes de la muqueuse buccale seront examinées plus tard; je ne ferai que mentionner ici les *glandes sébacées* que j'ai trouvées dans la portion rouge des lèvres.

Dans la lèvre supérieure du *rat*, d'après Huxley, les fibres musculaires, après s'être divisées plusieurs fois, se continuent avec des cellules de tissu conjonctif étoilées; Leydig a confirmé ce fait, au moins pour ce qui est de la division des fibres musculaires, sur le museau du chien et le groin du porc. D'après Woodham Webb, les fibres musculaires de l'orbiculaire s'étendent, chez l'homme, jusque dans les portions superficielles des lèvres, et s'y perdent, sans se diviser, dans le tissu conjonctif qui entoure les follicules pileux et les glandes sébacées (*Quart. Journ. of micr. sc.*, XVIII, 1857).

Dans la muqueuse buccale et pharyngienne des amphibies (grenouille, salamandre, tortue), Billroth a trouvé des *réseaux terminaux de fibrilles nerveuses* pâles (*Müll. Arch.*, 1858); mes observations sur la grenouille confirment ce fait.

§ 127. **Épithélium de la muqueuse buccale.** — L'*épithélium* de la cavité buccale (fig. 223) appartient aux *épithéliums pavimenteux stratifiés*, c'est-à-dire qu'il se compose d'un grand nombre de cellules arrondies ou polygonales, aplaties en partie et formant plusieurs couches superposées. Considéré dans son ensemble, cet épithélium a une épaisseur moyenne de 220 à 450 μ, et forme une pellicule transparente, blanchâtre, assez souple, mais peu résistante et peu élastique; la macération ou l'action de l'eau bouillante, celle de l'acide acétique, le détachent par larges plaques. Les éléments de cet épithélium sont tous des cellules à noyau, dont l'arrangement et la structure rappellent les cellules qui constituent l'épiderme; mais ils ne se divisent pas, comme ces dernières, en deux couches nettement distinctes; ils forment, au contraire, une membrane unique, qui correspond plutôt à la couche muqueuse, bien qu'elle représente aussi la couche cornée. Les cellules, examinées de dedans en dehors, offrent les caractères suivants : immédiatement sur la face externe

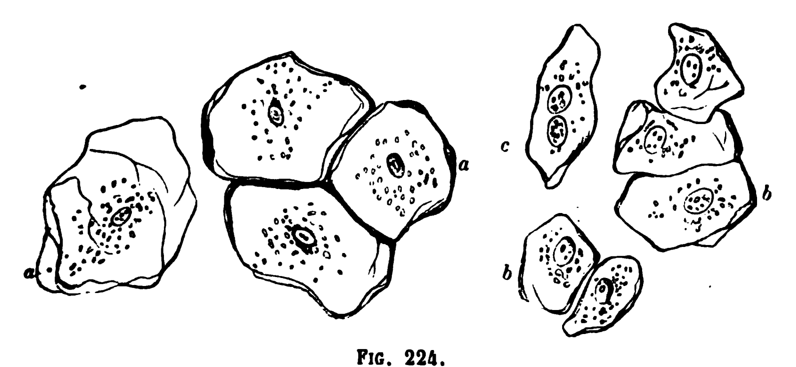


FIG. 224.

FIG. 224. — Cellules épithéliales de la cavité buccale de l'homme. *a*, grosses cellules; *b*, cellules de moyenne grosseur; *c*, cellule à deux noyaux. — Grossissement de 350 diamètres.

de la muqueuse et sur les papilles, on trouve plusieurs couches de petites vésicules de 9 à 11 μ de diamètre (fig. 223), dont les plus profondes sont presque toutes un peu allongées, assez volumineuses (13 à 20 μ) et disposées perpendiculairement à la muqueuse. Viennent ensuite de nombreux plans de cellules polygonales à angles mousses, aplaties, dont les dimensions et l'aplatissement augmentent de plus en plus vers la superficie, en même temps que la forme polygonale devient de plus en plus nette (fig. 224, *b*). Extérieurement, enfin, on trouve quelques couches de *lamelles épithéliales* (fig. 224, *a*), développées graduellement aux dépens des cellules profondes, c'est-à-dire de grandes plaques polygonales, de 45 à 80 μ de largeur, et tellement aplaties que le nom de vésicules ne leur est plus applicable.

Toutes ces cellules sont pourvues d'une membrane de cellule très-mince, facile à mettre en évidence au moyen de l'acide acétique et des alcalis, et d'un contenu transparent, plus ou moins abondant suivant le degré d'aplatissement de la cellule, souvent avec des particules graisseuses, et un noyau qui ne manque jamais. Dans les plus petites cellules, le noyau mesure 4,5 à 6,7 μ ; il est oblong ou sphéroïdal, et ordinairement sans *nucléole* distinct. Les cellules polygonales renferment constamment un ou deux très-beaux noyaux vésiculaires, le plus souvent sphériques, d'un diamètre de 9 à 13 μ, et rempli d'un contenu limpide, avec un ou deux nucléoles. Dans les lamelles, enfin, les noyaux sont en voie de métamorphose régressive ; ils sont redevenus plus petits (9 à 11 μ de longueur sur 3,3 à 4,5 μ de largeur); ils sont généralement aplatis, homogènes, sans cavité distincte ni nucléole, ou bien ils n'offrent, en place de ce dernier, que quelques granulations. Sous le rapport *chimique*, l'épithélium pavimenteux de la cavité buccale paraît jouir des mêmes propriétés que la couche muqueuse et les couches cornées profondes de la peau ; ainsi, comme dans ces dernières, les lamelles elles-mêmes se gonflent rapidement dans les alcalis (voy. à ce sujet le § 46).

Il n'est pas rare de voir les cellules qui composent les couches moyennes de l'épithélium buccal garnies d'épines ou de crêtes, au sujet desquelles on consultera la page 149 et la figure 68.

Un fait digne de remarque, au point de vue *physiologique*, c'est que l'épithélium de la cavité buccale est soumis à une *mue continuelle*, à une desquamation incessante, qui, de même que sur la peau, semble dépendre moins de certains phénomènes vitaux dont la muqueuse ou les cellules épithéliales seraient le siége, que des nombreuses influences mécaniques que subit la muqueuse buccale, principalement pendant la mastication et les mouvements de la parole. Ces influences ont pour effet, d'une part, de détacher sans cesse les lamelles superficielles de l'épiderme, d'autre part, de provoquer la régénération des portions détruites, par suite de la formation de nouvelles cellules dans la profondeur, cellules dont la production et le développement me paraissent suivre la marche que j'ai décrite à propos de l'épiderme (§ 49).

L'épithélium de la bouche, bien qu'épais, est très-perméable, caractère qui le distingue de l'épiderme, dont la couche muqueuse seule présente cette propriété. Il se laisse traverser de dehors en dedans par les liquides les plus divers, qui, une

fois en conctact avec la muqueuse, peuvent être absorbés par les vaisseaux de cette membrane, ou impressionner les nerfs qu'elle reçoit. Toutes choses égales d'ailleurs, plus sera mince la couche épithéliale, sa portion lamelleuse surtout, certainement la moins perméable, plus seront nombreux et superficiels les vaisseaux et les nerfs, plus l'absorption sera active et l'impression vive : ainsi s'explique pourquoi la sensibilité est plus délicate aux lèvres, où les papilles nerveuses sont très-nombreuses et atteignent presque la superficie de l'épiderme, qu'aux gencives, dont les papilles sont dépourvues de nerfs ; plus délicate encore à la pointe de la langue, où les papilles, recouvertes d'un épithélium relativement mince, proéminent à la surface de la muqueuse. Mais l'épithélium est perméable également de dedans en dehors ; aussi peut-il permettre au plasma exsudé des vaisseaux sanguins de s'épancher dans la cavité buccale. Ainsi, de même que l'épiderme prend part à la perspiration cutanée, de même l'épithélium participe à la formation du mucus, liquide fourni non-seulement par les glandes qui s'ouvrent dans la bouche, mais encore par toute la surface de la muqueuse en général.

B. — De la langue.

§ 128. **Muscles de la langue.** — La langue est un organe musculeux, recouvert par la membrane muqueuse de la cavité buccale et fixé à un os spécial, l'os hyoïde. Les éléments musculeux de la langue, qui ont 20 à 51 μ de largeur, ne se distinguent de ceux des muscles striés périphériques que par leur disposition plexiforme ; il résulte de cette disposition qu'on ne rencontre point, dans l'épaisseur de la langue, de masses musculaires distinctes, mais seulement des faisceaux secondaires et des fibres musculaires.

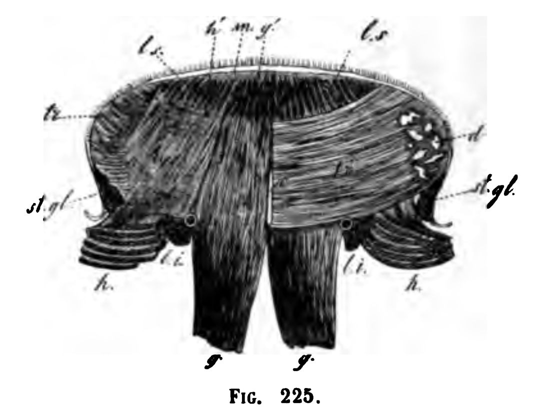


Fig. 225.

La substance musculeuse de la langue est divisée en deux moitiés latérales par une cloison appelée *septum linguæ*. Cette cloison, improprement appelée aussi *cartilage lingual* (fig. 225, c), consiste en une lame fibreuse très-dense, d'un blanc jaunâtre, placée de champ dans la langue, entre les deux muscles génio-glosses ; elle a 270 μ d'épaisseur et s'étend sur toute la longueur de l'organe. Elle est formée exclusivement de tissu tendineux ou ligamenteux ordinaire. Le septum lingual naît par une languette étroite du corps de l'os hyoïde, et y est

Fig. 225. — Coupe transversale de la langue humaine, un peu en avant des papilles caliciformes. — *g*, génio-glosse ; *l. i*, muscle longitudinal inférieur (lingual), avec l'artère ranine ; *tr*, muscle transverse, visible à gauche dans tout son trajet, à droite sur le bord seulement et entre les faisceaux écartés du génio-glosse ; *c*, *septum lingual* (fibro-cartilage) ; *h*, hyo-glosse ; *hgl*, fibres verticales ascendantes par lesquelles se termine l'hyo-glosse, en dehors du génio-glosse ; *g*, terminaison du génio-glosse sur la muqueuse ; *h'*, terminaison de l'hyo-glosse ; *l. s*, muscle longitudinal supérieur, dont les faisceaux aplatis s'insinuent entre les fibres verticales ; *d*, glandes du bord de la langue ; *st. gl*, stylo-glosse.

uni à une large lame fibreuse, la *membrane hyo-glosse* (Blandin), qui s'étend de l'os hyoïde à la racine de la langue, en couvrant la terminaison du génio-glosse; il atteint bientôt la même hauteur que le muscle transverse, pour diminuer progressivement dans le tiers antérieur de la langue et se perdre vers la pointe. En haut, il s'étend jusqu'à 3 ou 4 millimètres du dos de la langue, en bas, jusqu'à l'endroit où les muscles génio-glosses se perdent dans l'épaisseur de la langue; mais là il ne présente point un bord net, car il se continue avec le périmysium qui sépare les deux muscles génio-glosses.

Renvoyant aux traités d'anatomie descriptive pour l'exposé de la disposition que présentent les divers muscles de la langue, je ferai remarquer que la portion véritablement charnue de cet organe ne présente en réalité que trois espèces de fibres musculaires, que l'on peut désigner sous les noms de *fibres verticales*, *fibres transversales* et *fibres longitudinales*. Les *fibres verticales* proviennnent, à la partie moyenne de la langue, du muscle génio-glosse, latéralement, des muscles lingual et hyo-glosse, à la pointe, du muscle vertical; elles constituent, de la pointe à la racine de la langue, un grand nombre de feuillets transversaux, dont la largeur totale est, à peu de chose près, celle de la moitié de la langue, et dont les fibres s'étendent, en général, perpendiculairement entre les deux faces de l'organe. Les *fibres transversales* du muscle transverse, et en partie aussi du muscle stylo-glosse, forment un nombre égal de feuillets, généralement un peu plus épais que les précédents, entre lesquels ils s'insinuent; ces fibres naissent du septum médian, pour se terminer au bord ou à la face supérieure de la langue. Les *fibres longitudinales*, enfin, appartiennent aux muscles lingual supérieur (chondro-glosse), lingual inférieur externe et moyen (Bochdalek) et stylo-glosse; elles recouvrent la face supérieure, le bord et une portion de la face inférieure de la langue, et sont en général sous-jacentes à la muqueuse.



FIG. 226.

Les diverses couches musculaires de la langue sont séparées les unes des autres par un périmysium très-mince, et là où cheminent des vaisseaux et nerfs d'un certain volume, par du tissu conjonctif plus abondant; elles contiennent très-souvent, entre leurs éléments, une proportion notable de cellules adipeuses, qui s'accumulent de préférence dans le voisinage du septum, entre les muscles génio-glosses, à la pointe de la langue et sous la muqueuse.

FIG. 226. — Fragment d'une section antéro-postérieure de la partie latérale de la langue humaine. *a*, papille fongiforme; *b*, papille filiforme; *c*, muqueuse linguale; *d*, couche fibreuse subjacente à cette dernière; *e*, muscle longitudinal supérieur; *f*, génio-glosse; *g*, section du muscle transverse.

On trouve dans la langue de la grenouille de très-belles ramifications des fibres musculaires striées (fig. 227). La langue humaine ne m'a rien offert de semblable. Cependant les fibres du génio-glosse m'ont semblé parfois présenter des bifurcations isolées, un peu avant de se transformer en fibres tendineuses; ces bifurcations ont été observées par Salter, Biesiadecki et Herzig dans la langue de divers mammifères. Dans la langue de la grenouille, ces derniers auteurs ont vu des fibres musculaires ramifiées à leurs deux extrémités, et provenant de la profondeur (v. fig. 46, p. 118). Relativement à la *terminaison ultime* des muscles, Billroth assure que chez la grenouille, les plus fins prolongements des faisceaux primitifs, qui, comme Waller l'a montré, s'étendent dans les grosses papilles gustatives jusqu'au voisinage de leur pointe, se continuent avec des corpuscules de tissu conjonctif; Axel Key (*l. i. c.*) confirme ce fait. Dans la langue humaine, les fibres musculaires, d'après Billroth, se divisent assez brusquement en fibrilles, qui sont également en continuité avec des corpuscules de tissu conjonctif.


Fig. 227.

§ 129. **Muqueuse linguale.** — La portion de la muqueuse dorsale de la langue qui est comprise entre le *foramen cæcum* et la pointe, diffère du reste de la muqueuse buccale en ce qu'elle adhère très-solidement à la partie musculeuse de l'organe, et qu'elle supporte un nombre considérable d'élevures, connues sous le nom de *papilles linguales* ou *gustatives*. Les *papilles caliciformes* (*papillæ circumvallatæ*), aux nombre de six à douze, sont formées, à l'état parfait, d'une papille centrale, arrondie dans son pourtour, aplatie à son sommet, mesurant 1 à 2 millimètres en diamètre et 0^{mm},5 à 1^{mm}, ou même 1^{mm},5 en hauteur, et d'un anneau moins saillant, régulier, qui circonscrit exactement la base de la papille centrale, et qui a 0^{mm},2 à 0^{mm},75 de largeur. Mais il existe des transitions entre les papilles caliciformes et les papilles fongiformes; c'est ainsi qu'il faut considérer surtout la papille qui occupe le *foramen cæcum* ou de *Morgagni*. Les papilles caliciformes présentent d'ailleurs de nombreuses variétés de nombre, de volume et de siége. Les papilles gustatives placées en avant des précédentes sont disposées en séries plus ou moins régulières, parallèles, en général, à celle des papilles caliciformes; sur les côtés de la langue, elles dégénèrent en replis foliacés, quelquefois dépourvus de dentelures à leur bord libre, et qu'il n'est plus possible de ranger parmi les papilles. Les *papilles fongiformes*, *papillæ fungiformes s. clavatæ*, ont une surface lisse, une longueur de 0^{mm},7 à 1^{mm},8, sur 0^{mm},4 à 1^{mm} de largeur; faciles à reconnaître sur le vivant à leur couleur rougeâtre, elles se montrent principalement sur la moitié antérieure de la langue, où elles sont assez régulièrement réparties sur toute la surface, à des intervalles de 0^{mm},5 à

Fig. 227. — Faisceau primitif ramifié d'une langue de grenouille, mesurant 40 μ de largeur. Grossissement de 350 diamètres.

2^{mm} et plus ; à la pointe de la langue, notamment, elles sont souvent tellement serrées les unes contre les autres qu'elles se touchent ; on en trouve aussi quelques-unes sur les portions postérieures de cet organe, jusqu'au voisinage des papilles caliciformes.

Les *papilles filiformes* ou *coniques*, qui mesurent $0^{mm},7$ à 3^{mm} en hauteur et $0^{mm},2$ à $0^{mm},5$ en largeur, se font remarquer par leur nombre et par leur couleur blanche. Très-serrées les unes contre les autres, elles couvrent les intervalles des papilles fongiformes ; mais c'est dans le sinus du V des grosses papilles et sur la ligne médiane de la langue qu'elles sont toujours le plus nombreuses et le plus développées. Là aussi elles se terminent par des extrémités pénicillées. Vers les bords et la pointe de la langue, ces papilles deviennent plus rares, et aussi plus courtes, tant dans leur ensemble que dans leurs prolongements ; de sorte qu'elles passent par degrés aux organes foliacés dont nous avons parlé, et présentent beaucoup d'analogie, sous certains rapports, avec les papilles fongiformes, au point qu'il est difficile de les séparer de ces dernières, du moins si l'on envisage la conformation de leur surface.

Outre les papilles qui proéminent à la surface de la langue, on en trouve d'autres, dans toute la région gustative de cet organe, qui sont *plus petites et complétement enfouies dans l'épithélium ;* elles ressemblent parfaitement à celles des régions non gustatives de la langue.

Relativement à la *texture intime de la muqueuse linguale*, la portion de cette membrane qui est dépourvue de papilles proéminentes, ne diffère en rien de la muqueuse buccale, c'est-à-dire qu'elle possède un épithélium pavimenteux stratifié, dont l'épaisseur est de 100 μ à la base de la langue, de 130 à 200 μ à la face inférieure de la pointe, et de petites papilles simples enfouies dans cet épithélium, lesquelles se montrent même à la face antérieure de l'épiglotte et dans l'intervalle entre cet organe et les papilles caliciformes. Dans la région gustative proprement dite, il n'existe aucune trace de tissu sous-muqueux : la muqueuse linguale y est unie aux muscles de la langue par l'intermédiaire d'une couche très-serrée de tissu conjonctif (voy. plus haut, § 136) ; elle est épaisse et dense, assez extensible cependant, propriété qu'elle doit à la proportion notable de tissu élastique, aux nombreux vaisseaux, ainsi qu'à la grande abondance de cellules adipeuses qu'elle renferme.

Les *papilles filiformes* ou *coniques* (fig. 228) sont formées essentiellement par une saillie conique du derme muqueux, garnie, soit à son extrémité seulement, soit sur toute sa surface, d'un certain nombre (5 à 20) d'élevures plus petites, de 200 à 300 μ de hauteur ; le tout est recouvert d'une couche assez épaisse de cellules épithéliales qui, à leur extrémité, se divisent en un certain nombre de filaments longs et fins, de 22 à 45 μ, terminés en pointe et subdivisés à leur tour (fig. 228, *f*). Ces filaments, qui peuvent atteindre jusqu'à $1^{mm},4$ et $1^{mm},5$ de longueur, donnent à l'ensemble de la papille la forme d'un pinceau très-fin. Les couches les plus superficielles de cet épithélium, par leur grande résistance aux alca-

lis et aux acides, se rapprochent beaucoup des lamelles épidermiques, et ne consistent, leurs filaments surtout, qu'en petites écailles cornées de 48 à 62 μ de largeur, munies çà et là de prolongements spéciaux (Henle, Splanchn, fig. 81); elles présentent souvent une portion centrale, plus dense, et une portion corticale, composée de lamelles imbriquées comme les tuiles d'un toit; si bien que l'ensemble représente assez bien un poil. La portion dermique des papilles filiformes est composée de tissu conjonctif et de fibrilles élastiques extrêmement nombreuses, qui, sous la forme de filaments onduleux de 0,9 à 1,8 μ de largeur, se retrouvent même, au nombre de dix à vingt, dans les papilles secondaires, et donnent à la papille entière une certaine rigidité, une certaine consistance, dont les papilles muqueuses simples sont complétement dépourvues. Dans chaque papille se ramifie une petite *artère*, qui fournit aux papilles simples une anse capillaire de 9 à 11 μ de largeur, d'où naît ensuite une petite veinule. La grande abondance de tissu élastique qu'on rencontre dans les papilles, rend très-difficile l'étude de leurs *nerfs*. C'est en vain qu'on chercherait des nerfs dans les papilles isolées. En général, cependant, les nerfs sont évidents, à la base des papilles du moins; ils représentent un ou deux petits troncs formés de cinq à dix fibres primitives foncées, de 4,5 à 6,7 μ de diamètre, et se dirigent vers le sommet des papilles en diminuant graduellement de largeur. Je n'ai pu constater exactement quel est leur mode de terminaison; leur extrémité semble se trouver, non dans les papilles secondaires, mais à leur base. Chez le veau, chaque papille filiforme reçoit dix à douze fibres primitives de 4,5 à 6,7 μ de largeur, mais qui s'amincissent jusqu'à 2,2 μ. D'après R. Wagner, les nerfs de ces papilles semblent se continuer avec des fibres pâles, terminées par des extrémités libres (*Gött. Nachr.*, avril 1853).



Fig. 228.

Fig. 228. — Deux papilles filiformes de l'homme, l'une avec son épithélium. Grossissement de 35 diamètres. D'après Todd-Bowman. *p*, papilles elles-mêmes; *v. a.* vaisseaux artériels et veineux d'une des papilles et anses capillaires, qui devraient pénétrer dans les papilles secondaires; *e*, revêtement épithélial; *f*, filaments épithéliaux.

Les *papilles fongiformes* ont pour base une élevure du derme muqueux en forme de massue, garnie à sa surface de papilles secondaires coniques, de 200 à 250 μ de longueur. Elles sont recouvertes d'un épithélium mou, analogue à celui de la muqueuse buccale en général, et n'offrant *ni cellules cornées, ni prolongements filiformes*. L'épaisseur de cet épithélium, mesurée depuis le sommet des papilles secondaires, est de 90 à 110 μ. Cette espèce de papilles renferme beaucoup moins de tissu élastique que les papilles filiformes; les papilles secondaires en sont même complétement dépourvues. Mais on y trouve un réseau très-distinct, formé par des

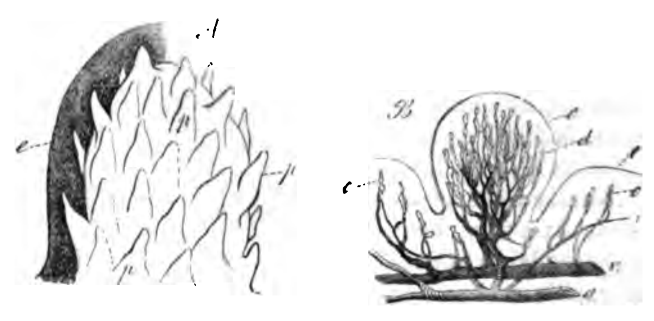


FIG. 229.

faisceaux de tissu conjonctif de 4 à 7 μ de largeur. Les *vaisseaux* des papilles fongiformes se comportent comme ceux des papilles filiformes, si ce n'est qu'ils sont beaucoup plus nombreux; et pour ce qui est des *nerfs*, chaque papille fongiforme reçoit un ou deux ramuscules de 90 à 180 μ de largeur, et plusieurs filaments plus fins, dont les ramifications pénicillées s'anastomosent fréquemment entre elles, pour s'irradier enfin dans toutes les directions, vers les papilles secondaires et leurs renflements terminaux (voy. fig. 92). Dans ce trajet, les tubes nerveux s'amincissent considérablement: dans les petits troncs, ils avaient 4 à 9 μ, en moyenne 7 μ; arrivés à la base des papilles, ils n'ont plus que 2 à 3 μ. Ils présentent aussi des divisions très-évidentes. Je n'ai pu m'assurer de leur mode de terminaison; dans quelques cas, il m'a semblé voir des anses, d'autres fois j'ai cru apercevoir des extrémités libres. Je n'oserais décider lequel de ces deux modes de terminaison est le véritable. En examinant des papilles fongiformes enlevées sur sa propre langue, Waller a trouvé, dans les papilles secondaires, des nerfs terminés par des filaments pâles et très-fins; Wagner croit avoir fait la même observation. Dans les papilles linguales de la grenouille, Billroth a, le premier, exprimé la présomption, et Axel

FIG. 229. — A. Papille fongiforme, garnie de papilles simples ou secondaires, *p* (un des côtés a conservé son revêtement épithélial, *e*). Grossissement de 35 diamètres.

B. Papille fongiforme, où l'on a marqué seulement le contour de l'épithélium *e*, avec ses vaisseaux. *a*, artère ; *v*, veine ; *d*, anses capillaires des papilles secondaires ; *e*, capillaires des papilles secondaires de la muqueuse qui entoure la base de la papille fongiforme. Grossissement de 18 diamètres. D'après Todd-Bowman.

Key croit avoir démontré que les nerfs se terminent en s'unissant à certaines cellules du revêtement épithélial (voy. plus bas).

Dans les *papilles caliciformes*, la papille centrale, qu'on peut considérer comme une papille fongiforme aplatie, est garnie à sa surface de petites papilles secondaires coniques, très-serrées et revêtues extérieurement d'un épithélium uniformément épais, sans filaments spéciaux. L'anneau qui entoure cette papille centrale est une simple élevure du derme muqueux, et présente un épithélium lisse, recouvrant plusieurs séries de papilles secondaires coniques. Ces papilles sont généralement dépourvues de tissu élastique; elles ont, du reste, la même structure que les papilles fongiformes, si ce n'est qu'elles sont encore plus riches en nerfs. Chaque papille caliciforme contient, dans sa portion inférieure, plusieurs ramuscules nerveux de 100 à 180 μ de diamètre, lesquels forment un peu plus haut un magnifique réseau, d'où partent, en rayonnant, les nerfs destinés aux papilles secondaires. La distribution ultérieure de ces nerfs est la même que dans les papilles fongiformes; mais déjà dans les rameaux, les tubes nerveux ne dépassent pas 4,5 μ en moyenne, et à la base des papilles, ils n'ont plus que 2,3 μ; suivant W. Krause, ils se divisent quelquefois. L'anneau des papilles caliciformes reçoit également de nombreux nerfs, qui paraissent se comporter tout à fait comme dans les papilles elles-mêmes.

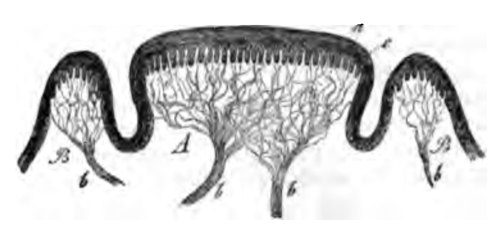


FIG. 230.

Pour ce qui concerne les *corpuscules de Krause* ou *renflements terminaux* des papilles linguales, voyez pages 137 et 138, et figure 62. Je ferai remarquer seulement ici que, d'après W. Krause, les renflements terminaux des papilles caliciformes occupent le sommet des papilles simples.

Les *vaisseaux lymphatiques* forment, d'après Sappey (*Anat.*, I, 2, p. 685), des réseaux très-serrés dans la muqueuse linguale, surtout à la face dorsale; ils entourent circulairement les papilles, et envoient même dans leur intérieur des ramuscules très-fins, qui constituent un réseau complet, plus superficiel que celui des vaisseaux sanguins. Les troncs de ces vaisseaux sont superficiels à la base de la langue et se dirigent en arrière, pour rejoindre les ganglions du cou; plus en avant, ils traversent les muscles de la langue, deviennent profonds et apparaissent à la face inférieure de l'organe, d'où ils gagnent également les ganglions du cou, en traversant, les uns, le muscle hyo-glosse, les autres, le mylo-hyoïdien. (Voy. Bonamy et Beau, *Atl.*, III, pl. 23, fig. 1-2). D'après Teichmann, la muqueuse de la langue n'a que des réseaux lymphatiques peu nom-

FIG. 230. — Section d'une papille caliciforme de l'homme. A, papille proprement dite ; B, relief annuaire qui l'entoure ; *a*, épithélium ; *c*, papilles secondaires ; *bb*, nerfs des papilles et de l'anneau. Grossissement d'environ 10 diamètres.

breux et assez fins, tandis qu'il y en a davantage dans le tissu sous-muqueux. Parmi les papilles, ce n'est que dans les papilles filiformes que Teichmann a trouvé des lymphatiques, sous la forme d'un vaisseau occupant l'axe de chaque papille.

Les papilles de la langue présentent de nombreuses variétés, dont voici les plus importantes :

1° Les *papilles filiformes sont toutes allongées et garnies de prolongements épithéliaux très-considérables.* Ce qu'on appelle communément *enduit gastrique* de la langue, dépend principalement d'une sorte d'hypertrophie des prolongements épithéliaux des papilles filiformes, prolongements qui sont tous inclinés en arrière et simulent par leur réunion une couche blanche spéciale. Ces prolongements acquièrent-ils des dimensions encore plus considérables, de façon, par exemple, que les papilles filiformes mesurent 3 à 5 millimètres, il en résulte la *lingua hirsuta* ou *villeuse*, qu'il n'est pas rare de rencontrer dans certaines maladies. Il est enfin des circonstances où les prolongements prennent un développement tel que la langue semble garnie de poils, de 9 à 13 millimètres de longueur.

2° Les *papilles filiformes n'ont que de très-petits prolongements épithéliaux*, ou bien elles en sont totalement dépourvues; c'est à peine alors si on les distingue des petites papilles fongiformes. Entre cette forme et la première, il y a de nombreuses transitions, qu'il est inutile de décrire en particulier.

3° Les *papilles filiformes n'existent point comme saillies spéciales; elles sont complètement ensevelies dans l'épithélium de la face dorsale de la langue.* On trouve des langues, notamment chez les gens âgés, qui, sans être recouvertes d'un enduit, présentent cependant une absence complète de papilles sur certains points ou sur la totalité de leur surface; elles ont ou bien une surface complétement lisse, ou bien seulement quelques rares prolongements linéaires, correspondant aux séries normales des papilles. Il existe là un épithélium plus développé, et, dans la profondeur, de petites papilles de forme normale. Il n'en est pas de même des langues qui offrent une surface lisse, bien que les papilles aient leur développement ordinaire; là, les papilles sont encroûtées d'épithélium hypertrophié, de mucus, de sang, de corpuscules de pus, de cryptogames, enduit qui donne à la langue une surface complétement lisse ou bien sillonnée de crevasses.

4° Les *prolongements épithéliaux des papilles filiformes sont garnis de cryptogames.* Il n'est pas de micrographe qui n'ait trouvé dans les enduits de la langue des corpuscules brunâtres, allongés (260 à 540 μ de longueur et 90 à 180 μ de largeur), composés d'une partie centrale foncée et d'une substance corticale finement granulée (fig. 178). La partie centrale seulement de ces corpuscules est formée de lamelles épithéliales cornées, mais susceptibles de s'isoler et de se gonfler sous l'influence de la potasse ou de la soude, surtout à chaud, ce qui prouve leur analogie avec les prolongements épithéliaux des papilles filiformes; l'écorce granulée n'est autre chose que la matrice d'un cryptogame filiforme, de 1,3 μ de largeur, cryptogame que Leeuwenhoek connaissait déjà, qui est absolument le même que celui qu'on rencontre sur les dents (*Leptothrix buccalis*, Ch. Robin, voy. Robin, *Végétaux parasites*, fig. 345), et qui y pullule quelquefois en nombre infini. Sur le cadavre, on reconnaît facilement, même *in situ*, les cellules épithéliales garnies ou non de fils (fig. 179), et sur le vivant, il suffit de racler la surface de la langue pour s'en procurer un très-grand nombre. Sur vingt ou trente jeunes gens bien portants, et dont la langue est nette et rouge, il s'en trouve à peine un chez qui les cellules épithéliales de la muqueuse linguale ne présentent point cette couche granuleuse. Plus l'enduit est marqué, plus cette couche granuleuse est abondante et les cryptogames fréquents. Ces derniers, il est vrai, se montrent rarement, 3 fois sur 30 cas, avec la netteté de ceux qui sont représentés dans la figure 231; mais on les rencontre

chez un tiers environ des individus dont les papilles filiformes s'écartent quelque peu de l'état normal.

Voici les *déductions physiologiques* qu'on peut tirer des faits anatomiques précédents. Les papilles filiformes ne sont ni des organes de gustation, ni les instruments d'un tact exquis : leur épithélium épais et corné me semble peu susceptible d'être traversé par les liquides sapides, ou de transmettre des impressions quelconques aux rares filets nerveux qui atteignent la base seulement des papilles simples. Je regarde, avec Todd et Bowman, les papilles filiformes comme les analogues, au point de vue fonctionnel, des épines linguales des animaux, lesquelles ne sont autre chose que des papilles filiformes modifiées : elles me paraissent destinées à maintenir sur la langue et à mouvoir les particules alimentaires, tandis que leur épithélium constitue, à mon avis, un revêtement protecteur pour cet organe. Les deux autres espèces de papilles sont préposées toutes deux à la gustation ; elles sont, en outre, le siége de la sensibilité ordinaire (perception des impressions mécaniques, de la température, etc.), deux fonctions auxquelles s'adaptent parfaitement leur épithélium mince et délicat, leurs papilles molles, leurs nerfs superficiels (dans les papilles secondaires) et nombreux. La sensibilité est le plus exquise là où les papilles fongiformes sont le plus serrées, c'est-à-dire à la pointe de la langue, qui, pour ce motif, fonctionne si admirablement comme organe du tact ; peut-être est-ce aussi parce qu'un grand nombre de ses papilles renferment des corpuscules du tact. La sensibilité est plus obtuse à la base de la langue, où elle s'accompagne de la sensibilité spéciale. La sensibilité gustative est beaucoup plus fine à la racine de la langue que partout ailleurs, sans en excepter la pointe ; elle est aussi un peu différente. La raison de ce fait ne se trouve ni dans l'épithélium, ni dans la substance propre des papilles, qui est la même dans les papilles caliciformes et dans les papilles fongiformes ; peut-être pourrait-on songer à la chercher dans les nerfs. Dans les papilles caliciformes, en effet, les nerfs sont constamment plus fins et plus abondants, non-seulement d'une manière absolue, mais encore relativement ; d'où il suit qu'à égalité de surface, ces papilles reçoivent plus de terminaisons nerveuses. Cette finesse des fibres nerveuses, liée à une moindre épaisseur de la gaîne médullaire et à une position plus superficielle du cylindre d'axe, finesse que nous retrouvons dans toutes les terminaisons nerveuses des organes des sens, expliquerait peut-être pourquoi les substances sapides impressionnent ici plus profondément et peuvent encore produire une sensation lorsqu'elles cessent d'être perçues par des éléments nerveux moins délicats. Si cette circonstance n'était pas suffisante pour rendre compte de la diversité du goût dans les deux espèces de papilles, il ne resterait plus qu'à en chercher l'explication dans le cerveau, ou bien à attribuer aux fibres nerveuses elles-mêmes des effets spéciaux, ce qui revient à avouer tout simplement notre ignorance.

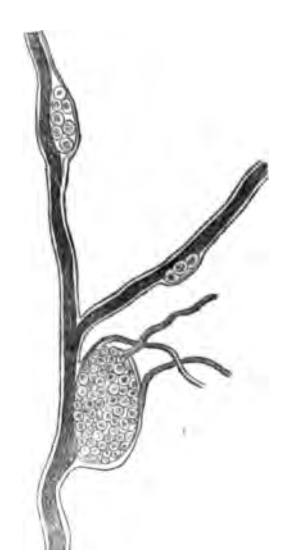


FIG. 231.

Remak a découvert de petits *ganglions microscopiques* sur les terminaisons du nerf glosso-pharyngien dans la langue ; plus récemment, ces ganglions ont été étudiés de nouveau par moi (*Mikr. Anat.*, II, p. 32) et par Remak (*Müll. Arch.*, 1852). Chez le mouton et le veau, Remak a observé des ganglions analogues sur le trajet du nerf lingual, jusqu'au voisinage de la pointe de la langue ; mais ils étaient plus petits et plus rares que ceux du glosso-pharyngien. Il ne les a pas trouvés sur

FIG. 231. — Papille filiforme dont les prolongements épithéliaux, ici très-fins, sont entourés de la matrice des cryptogames, d'où sortent même quelques fils isolés.

les branches linguales d'un certain volume chez l'homme, mais seulement sur les ramuscules les plus déliés de l'intérieur de la langue, où ils étaient excessivement petits. Schiff (*Arch. für phys. Heilk.*, 1853, p. 377) vient de confirmer l'existence de ces ganglions, et Remak s'est efforcé d'établir un rapport entre eux et les glandes linguales, et de les ranger, sous le rapport fonctionnel, à côté du ganglion lingual. Son opinion paraît assez plausible ; je ferai remarquer cependant : 1° qu'il existe des ganglions, non-seulement sur les branches muqueuses des nerfs, mais aussi sur les branches papillaires, et dans des régions où il n'y a point de glandes (pointe), et 2° que la région glandulaire elle-même de la base de la langue jouit de la sensibilité gustative. C'est pour ces motifs qu'il me semble impossible, de même qu'à Schiff, de nier toute relation entre les ganglions en question et la sensibilité de la langue.


FIG. 232.

Relativement à la terminaison des nerfs dans la langue des *mammifères*, Szabadföldy a fait tout récemment des communications spéciales, d'après lesquelles les nerfs des papilles se termineraient par *des petits organes terminaux piriformes*, d'apparence celluleuse (*l. c.*, pl. IV), renfermés en partie dans l'épaisseur des papilles, en partie dans l'épithélium qui les recouvre. Le dessin que donne Szabadföldy des nerfs d'une papille caliciforme, et dans lequel on ne voit aucune trace du riche plexus de nerfs à contours foncés (voy. ci-dessus, fig. 230), n'inspire pas une grande confiance dans ses assertions, et d'une manière générale, ce qu'il représente comme des nerfs, des organes terminaux et des cellules nerveuses multipolaires (cellules que, du reste, personne, après lui, n'a vues sur le lingual et sur le glosso-pharyngien) ressemblent plutôt à des éléments du tissu conjonctif et du tissu élastique. Quant aux animaux inférieurs, il existe sur les nerfs de la langue de la grenouille une série d'observations dont les plus récentes, instituées par Axel Key, sous la direction de Schultze, semblent donner la solution de la question. Après que Leydig eut reconnu, le premier, que les papilles fongiformes de la langue de grenouille présentent, au milieu de leur surface terminale, un épithélium spécial, non vibratile, Billroth fit cette observation que ces papilles seules reçoivent des nerfs, et constata plusieurs autres faits qui le conduisirent à exprimer l'opinion que les nerfs sont en connexion avec une portion des cellules épithéliales. Mais il ne réussit ni à observer réellement ces connexions, ni à déterminer la structure intime des cellules épithéliales. Axel Key, au contraire, parvint à cet égard à des résultats certains. D'après cet investigateur, l'épithélium de la surface terminale non vibratile des papilles fongiformes se compose de deux espèces de cellules, de cellules épithéliales ordinaires, de forme conique, à prolongements internes, unis entre eux en réseau, et de « *cellules gustatives* », dont la forme est celle des cellules olfactives (voy. plus loin), et qui sont unies par des filaments noueux très-fins avec les cylindres d'axe des fibres nerveuses des papilles, de telle façon que chaque cylindre d'axe est uni à plusieurs cellules. Plus tard, les données de Key ont été complétement révoquées en doute par Hartmann ; mais, plus récemment, Beale a publié des recherches qui se rapprochent en plusieurs points de celles de l'anatomiste suédois. D'après cet observateur, les fibres nerveuses du genre *Hyla* présentent au sommet des papilles fongi-

FIG. 232. — Petit rameau terminal du glosso-pharyngien de l'homme, avec trois ganglions. — Faible grossissement.

mes des fibres étroites, pâles et parsemées de noyaux, formant un réseau d'où rtent des fibres plus fines encore, qui se prolongent dans l'épithélium spécial, atifié suivant lui. Des sommets de ces papilles, les fibres terminales et les cellules continuent toutes ensemble et forment un réseau terminal spécial. Il s'ensuit que la ne terminale de ces papilles serait essentiellement nerveuse. Pour plus de détails, consultera les travaux de Key et de Beale; je ferai remarquer seulement que chez animaux supérieurs, l'épithélium des papilles gustatives proprement dites ne ésente, d'après ce que nous savons jusqu'ici, aucune particularité qui permette de comparer à celui des batraciens.

D'après von Wittich, chaque groupe de papilles filiformes des mammifères ne reçoit 'une à trois fibres nerveuses primitives, d'où il conclut que certaines de ces pales renferment seules des nerfs (*Königsb. Jahrb.*, t. III, p. 229).

Les cellules *épithéliales* de la langue de grenouille, d'après Billroth, sont unies r des prolongements filamenteux avec les corpuscules de tissu conjonctif des pailes proprement dites. Parmi les observateurs qui vinrent après lui, Hoyer ne put statер ces connexions, tandis que Fixsen et A. Key trouvèrent, du moins en certs points, des prolongements filiformes qui pénétraient dans la substance des pilles, et remarquèrent, comme Billroth, une couche plus profonde de cellules ithéliales fusiformes.

C. — Des glandes de la cavité buccale.

I. — Glandes muqueuses.

§ 130. — **Distribution de ces glandes.** — Les *glandes muqueuses* de la uche sont de petites glandes acineuses jaunâtres ou blanchâtres, de rme arrondie, en général, à surface bosselée, et dont le diamètre varie tre 1 et 5 millimètres. Elles sont ordinairement sous-jacentes à la museuse, et s'ouvrent dans la cavité buccale par un conduit excréteur court droit, qui y verse un produit muqueux.

Les glandes muqueuses présentent quelques légères différences suivant s régions où on les observe, ce qui leur a fait donner des noms particuers.

1° Les *glandes labiales* sont situées entre la couche musculeuse et la uqueuse; elles sont très-nombreuses et forment un anneau presque mplet autour de l'orifice buccal, anneau qui commence à 6 milliètres du bord rouge des lèvres et qui a environ 13 millimètres de largeur.

2° Les *glandes buccales* se rencontrent plus en dehors, recouvertes par buccinateur; elles sont assez nombreuses, mais plus petites que les andes labiales. Quelques glandules plus volumineuses se montrent près l'embouchure du canal de Sténon, sur le muscle buccinateur, et plus arrière, dans la région de la dernière molaire (glandes molaires).

3° Les *glandes palatines*. — Celles de la voûte palatine sont petites et passent à peine, en avant, le milieu du palais; celles du voile, au conaire, forment à la face inférieure de cet organe une couche glanduse épaisse, qui mesure 7 à 9 millimètres en avant, mais qui s'amincit peu vers les bords libres et vers la luette. Sur la face postérieure du ile, existent également des glandules; mais elles sont beaucoup plus tites et ne forment pas toujours une couche continue.

4° Les *glandes linguales*. Je distinguerai dans ce groupe :

a. Les *glandes muqueuses de la base de la langue;* elles forment une couche parfois très-épaisse au-dessous des follicules muqueux simples de la base de la langue, que nous décrirons plus loin, et des papilles caliciformes. Cette couche a, notamment au-dessous des follicules, une épaisseur qui va jusqu'à 9 millimètres, et elle s'étend presque sans solution de continuité d'une tonsille à l'autre. En avant du *foramen cæcum*, les glandes muqueuses sont plus rares et plus petites; on en trouve cependant encore quelques-unes au devant des papilles caliciformes les plus antérieures, plus ou moins profondément dans la couche musculeuse; mais jamais elles n'atteignent la moitié antérieure de la langue. Traversées par les terminaisons du muscle génio-glosse, auxquelles elles sont souvent adhérentes, ces glandes donnent naissance à des conduits excréteurs qui ont quelquefois jusqu'à 13 millimètres de longueur dans les glandes postérieures; ainsi que l'a montré E.-H. Weber, ces conduits s'abouchent avec les follicules muqueux de la base de la langue, en se dilatant en entonnoir. C'est à tort que Henle considère cette disposition comme exceptionnelle. Dans la région des papilles caliciformes, au contraire, ils ont une embouchure isolée. située entre les papilles et dans les sillons qui séparent les papilles caliciformes; quelques-uns, même de fort calibre (moi, Bochdalek) s'ouvrent sur les parois du *foramen cæcum*.

b. Les *glandes marginales de la racine de la langue*. Sur les bords de la racine de la langue, au niveau des papilles caliciformes, on trouve, comme nous l'avons dit plus haut, des plis verticaux et d'apparence foliacée, entre lesquels se montrent des orifices très-étroits, appartenant à un petit groupe de glandes spéciales, situées au milieu des expansions de l'hyo-glosse et du transverse. Chez les animaux, ces glandes, ainsi que les plis dont il a été question (*organe de Mayer*), prennent quelquefois un grand développement (voy. Brühl, *loc. cit.*) D'après Henle, deux ou trois autres petits amas de ces glandes marginales se rencontrent plus en avant (*Splanchn.*).

c. Les *glandes de la pointe de la langue*. A la face inférieure de la pointe de la langue, mais toujours dans l'épaisseur des muscles lingual inférieur et stylo-glosse, on trouve, à droite et à gauche, deux groupes allongés de glandes, longs de 14 à 22 millimètres, larges de 7 à 9 millimètres, et épais de 4 à 7 millimètres. Les conduits excréteurs de ces glandes, au nombre de cinq ou six, s'ouvrent sur les côtés du frein de la langue, au sommet de quelques replis lobulés que forme la muqueuse en cet endroit, Blandin avait déjà donné une description minutieuse de ces glandes, que plus tard Nuhn tira de l'oubli.

Szontagh a étudié avec beaucoup de soin les glandes palatines. Il a compté 250 orifices glandulaires sur la voûte palatine, 100 sur la face antérieure et 40 sur la face postérieure du voile du palais, et enfin 12 sur la luette. Les glandes les plus volumineuses, selon lui, atteignant jusqu'à 3^{mm} de diamètre, se trouvent sur la face

postérieure du voile; cette proposition, bien certainement, n'est pas toujours vraie. Les conduits excréteurs mesurent 80 à 300 μ. Dans plusieurs cas, il y avait aussi de simples *tubes* entre les glandes en grappe.

§ 131. **Structure des glandes muqueuses.** — Toutes les petites glandes que nous venons de mentionner, présentent la même structure et se composent, sans exception, d'un certain nombre de lobules glandulaires et d'un canal excréteur ramifié. Dans les glandules les plus simples (fig. 233), les lobules sont peu nombreux (4-8), allongés ou piriformes, quelquefois aussi arrondis, assez souvent aplatis; ils ont 1 millimètre à 1^{mm},5 de longueur, sur 0^{mm},5 à 1 millimètre de largeur; quelquefois leurs deux diamètres sont sensiblement égaux. Chacun de ces lobules repose sur un rameau du canal excréteur de 70 à 100 μ de largeur. Le canal lui-même mesure 260 à 700 μ en diamètre, quelquefois même 1 millimètre (glandes de la base de la langue). Les lobules se composent d'un certain nombre de conduits tortueux et garnis d'une foule de dépressions en cul-de-sac (fig. 234) simples ou composées, qui semblent être la continuation directe des canaux excréteurs des lobules; ces canaux, à peine entrés dans les lobules, se divisent successivement en un certain nombre de branches, le plus souvent sans diminuer de diamètre. Les prétendues *vésicules glandu-*



FIG. 233.

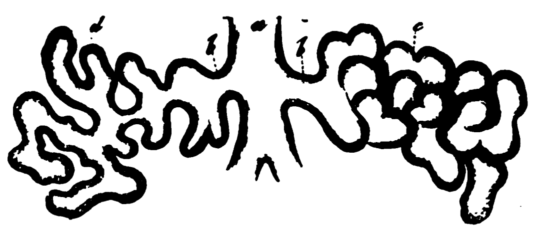


FIG. 234.

FIG. 233. — Glande muqueuse en grappe du plancher de la cavité buccale. *a*, enveloppe de tissu conjonctif; *b*, conduit excréteur; *c*, vésicules glandulaires; *d*, conduits des lobules. Chez l'homme. — Grossissement de 50 diamètres.

FIG. 234. — Figure schématique représentant deux conduits d'un lobule de glande muqueuse. *a*, canal excréteur du lobule; *b*, branche secondaire; *c*, les vésicules d'une de ces branches *in situ*; *d*, ces vésicules écartées les unes des autres, et le conduit développé.

laires (*acini*) ne sont autre chose que les petits cæcums et les extrémités de ces conduits, dernières ramifications des canaux excréteurs. Examinés superficiellement et à un faible grossissement, les acini paraissent régulièrement arrondis ou piriformes; mais une étude minutieuse d'un lobule entier ou, mieux encore, de toute une glande dilacérée et injectée, prouve que ces vésicules affectent des formes très-diverses, qu'elles sont arrondies, piriformes ou allongées. Il n'est guère possible de décrire toutes les variétés qui se présentent sous ce rapport; aussi me contenterai-je de faire observer que les terminaisons des lobules glandulaires offrent souvent, en petit, les formes et aussi la structure des vésicules séminales. La figure ci-dessus, en partie schématique, en donnera une bonne idée (fig. 234).

Les plus fins canaux et les vésicules glandulaires, dont le diamètre varie entre 45 et 180 μ, sont constitués par une membrane amorphe spéciale, la *membrane propre*, qui a de 1,8 à 2,7 μ d'épaisseur, et par un *épithélium* (fig. 235), qui, sur des préparations fraîches, se montre sous l'aspect d'une couche continue, tapissant les extrémités glandulaires, mais qui s'en détache avec une grande facilité, et forme alors, dans leur intérieur, une masse grenue. Les cellules épithéliales sont disposées en simple couche sur la membrane propre; elles sont pentaédriques ou hexaédriques, quelquefois un peu allongées; elles mesurent 10 à 14 μ en largeur, 7 à 9 μ en épaisseur, et contiennent un noyau arrondi ou oblong, muni souvent d'un nucléole très-net. Autour du noyau se voit, ainsi que Donders l'a signalé, une certaine quantité d'un mucus fluide, qui se coagule par l'acide acétique (c'est pour ce motif que les cellules se troublent sous l'influence de ce réactif), et dans lequel nagent toujours un certain nombre de granulations plus ou moins grosses, qui tantôt ont simplement l'aspect de la graisse blanche, et tantôt sont colorées en jaune ou en brun, contribuant ainsi à donner cette couleur à la glande.



Fig. 235.

Les éléments des lobules glandulaires que nous venons de décrire sont très-serrés les uns contre les autres, de sorte qu'il n'est pas rare de les voir s'aplatir mutuellement. Néanmoins il existe toujours entre eux une certaine quantité de tissu conjonctif, dans lequel cheminent les vaisseaux. De plus, ces divers lobules et la glande tout entière sont entourés d'une enveloppe plus dense de tissu conjonctif entremêlé de fibrilles élastiques, parfois aussi de cellules adipeuses. Dans les petites glandes (fig. 233), il n'y a point d'autres subdivisions que les lobules et les vésicules ou utricules glandulaires que nous avons décrits. Dans les glandes plus volumineuses, au contraire, les glandes labiales ou palatines, par exemple, un certain nombre de lobules simples s'entourent d'une enveloppe commune

Fig. 235. — Deux vésicules d'une glande muqueuse en grappe de l'homme. Grossissement de 300 diamètres. *a*, membrane propre; *b*, épithélium tel qu'il se montre sur une coupe apparente de la vésicule; *c*, épithélium vu de face.

de tissu conjonctif, et constituent ainsi des lobules secondaires; ceux-ci correspondent, pour la structure, à une glande simple, dont ils ont également le volume, c'est-à-dire environ 1 à 3 millimètres de diamètre.

Les *conduits excréteurs* des lobules présentent une tunique conjonctive renfermant des réseaux de fibres élastiques, et une simple couche de cellules cylindriques, de 18 à 22 μ d'épaisseur. Dans les conduits principaux, la tunique conjonctive, très-riche en fibres élastiques, mesure déjà 45 μ sur les petites glandes, 67 μ et même 90 μ sur les grandes; l'épithélium a 22 à 27 μ. Je n'ai trouvé aucune trace de fibres musculaires, soit dans les glandes elles-mêmes, soit dans les conduits excréteurs. Mais on y voit une foule de petits *vaisseaux*, qui pénètrent entre les lobules avec le canal excréteur ou autrement, et forment autour de ces derniers et autour des vésicules un réseau lâche de capillaires de 6,7 μ de diamètre, si bien que chaque vésicule entre en contact avec au moins 3 ou 4 capillaires. — Des *nerfs* nombreux accompagnent les canaux excréteurs; çà et là on voit aussi quelques tubes de moyen calibre dans l'épaisseur des glandes elles-mêmes.

Les glandes en grappe *sécrètent* un mucus transparent et jaunâtre, provenant évidemment des cellules épithéliales, et qui accidentellement se charge de granulations, de noyaux, de détritus de cellules. Ce mucus remplit les conduits excréteurs et les autres espaces glandulaires jusque dans leurs terminaisons ultimes, où l'acide acétique le fait reconnaître aisément en le transformant en une substance visqueuse et striée. Les prétendus *corpuscules muqueux* du liquide buccal ne se montrent jamais dans les glandes muqueuses; ce fait a été confirmé par Donders et par Bernard. A mon avis, la sécrétion du mucus normal ne procède point par voie de formation cellulaire.

II. — Glandes folliculeuses.

§ 132. **Follicules simples et amygdales.** — Les follicules de la cavité buccale sont : 1° les follicules simples de la base de la langue; 2° les follicules composés des parois latérales de l'isthme du gosier, ou les *amygdales, tonsilles*. Tous ces organes ont une structure complétement identique, ou plutôt les amygdales peuvent être considérées comme une réunion de follicules simples; et cette structure, d'autre part, s'éloigne si notablement de celle des glandes muqueuses, qu'il est impossible de ranger dans une même catégorie les glandes muqueuses et les follicules de la bouche.

Les *follicules simples* de la base de la langue (fig. 236) forment, au-dessus des glandes muqueuses, immédiatement au-dessous de la muqueuse, une couche presque continue, qui s'étend des papilles caliciformes à l'épiglotte, et d'une amygdale à l'autre. Ils sont placés si superficiellement que chacun d'eux forme une petite élevure qui soulève la muqueuse, et qu'il est possible de déterminer leur nombre et leur disposition avant toute préparation. Quand on les a mis à nu, on reconnaît que

chaque follicule constitue un corpuscule lenticulaire, quelquefois sphérique, de 1 à 4 millimètres de diamètre, revêtu à sa face externe par la muqueuse, qui est très-mince à ce niveau, plongeant dans le tissu sous-muqueux, auquel il adhère lâchement, et recevant par sa face interne le conduit excréteur d'une glande muqueuse située plus profondément. Au centre de la face superficielle se voit, sur chaque follicule, une ouverture punctiforme, facile à distinguer à l'œil nu, souvent notablement dilatée ($0^{mm},5$ à 1^{mm}). Cette ouverture conduit dans une cavité infundibuliforme, remarquable par son étroitesse et par l'épaisseur de ses parois, relativement au volume du follicule, et remplie le plus souvent par une substance grisâtre, d'apparence muqueuse.

Chaque follicule (fig. 236) est une capsule à paroi épaisse, qu'enveloppe extérieurement une membrane fibreuse continue avec les couches profondes de la muqueuse et que tapisse intérieurement un prolongement de la muqueuse buccale muni de papilles et d'un épithélium. Ces deux couches sont séparées l'une de l'autre par une substance fibrillaire délicate et vasculaire, dans laquelle sont déposées un certain nombre de grosses *capsules* ou *follicules* clos (fig. 236, *g*). Ces capsules, de forme ronde ou ovalaire et de couleur blanchâtre, ont un diamètre de $0^{mm},2$ à $0^{mm},5$, et présentent une grande analogie avec les follicules clos des glandes de Peyer ou des glandes de l'intestin, et avec les vésicules de la rate et des glandes lymphatiques; elles se composent d'une membrane d'enveloppe de 4 à 7 μ d'épaisseur, assez résistante, formée de tissu conjonctif, sans mélange de fibres élastiques, et d'un contenu grisâtre, qui vient sourdre sous forme de gouttelettes lorsqu'on fait une piqûre dans la paroi du follicule. Une portion fluide et des particules figurées constituent ce contenu. La première, dépourvue de mucus, a une réaction alcaline et se trouve en quantité très-minime, de sorte qu'elle semble n'être qu'un moyen d'union entre les cellules arrondies, analogues aux corpuscules lymphatiques. Ces cellules, d'ailleurs, sont contenues dans les mailles d'un réticulum, qui ressemble parfaitement à celui des follicules des glandes de Peyer (voy. ci-dessous et § 23). — En général, les capsules sont situées de telle façon qu'elles constituent une couche simple presque continue entre la membrane d'enveloppe et l'épithélium du follicule. Mais on rencontre aussi quelquefois, du moins chez

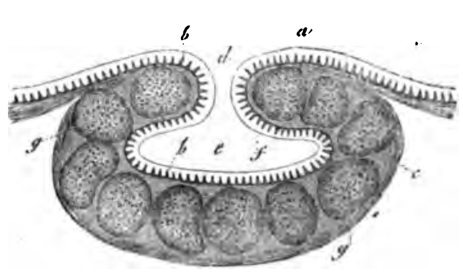


FIG. 236.

FIG. 236. — Glande folliculeuse de la racine de la langue humaine. *a*, épithélium qui la tapisse; *b*, papilles; *c*, face externe du follicule et enveloppe de tissu conjonctif; *e*, cavité de la glande; *f*, épithélium; *g*, follicules clos dans la paroi épaisse de la glande. Grossissement de 30 diamètres.

les animaux, deux capsules superposées, ou, au contraire, séparées par un assez grand intervalle.

Les *vaisseaux* des glandes folliculeuses sont très-nombreux; chez l'homme, on les trouve souvent injectés de sang, ce qui permet de les suivre facilement. Les artérioles pénètrent dans l'intérieur de la glande en traversant l'enveloppe fibreuse, forment d'élégantes arborisations entre les divers follicules et se terminent dans les papilles, d'une part, à la surface et dans l'intérieur des follicules, d'autre part. Les *veines* qui ramènent le sang de ces parties sont larges et nombreuses. D'après E.-H. Weber (*Meck. Arch.*, 1827, p. 282), des *lymphatiques* sembleraient naître également de ces glandes; Frey, en opposition avec Teichmann, a suivi plus exactement ces vaisseaux, qu'il a trouvés analogues à ceux des amygdales. Quant à des *nerfs*, j'en ai observé moi-même sur ces organes.

Les *amygdales* ou *tonsilles* ne sont autre chose, d'après mes recherches, qu'une agglomération d'un certain nombre (10 à 20) de glandes folliculeuses composées, fortement unies ensemble et renfermées dans une enveloppe commune; il résulte de là un organe hémisphérique, dont plusieurs glandes folliculeuses s'ouvrent fort souvent par un orifice commun. Les divers segments de l'amygdale, quelles que soient leur forme extérieure et la configuration de leur cavité, présentent tous la même structure. De la cavité buccale, prise pour point de départ, on voit l'épithélium pénétrer dans les diverses cavités de l'amygdale, dont il tapisse jusqu'aux



Fig. 237.



Fig. 238.

dernières anfractuosités, sans subir d'autre modification qu'un faible amincissement. Au-dessous de l'épithélium, on rencontre une membrane grisâtre, molle, très-vasculaire, de $0^{mm},7$ à 1 millimètre d'épaisseur, et tout à fait à l'extérieur, une autre membrane, fibreuse, dense, relativement épaisse. A l'endroit où deux lobes ou segments de l'amygdale se touchent,

Fig. 237. — Fragment d'une amygdale de porc; section verticale. Grossissement de 10 diamètres. *a*, épithélium de la face buccale de l'amygdale; *b*, papilles de la muqueuse; *c*, surface extérieure de l'amygdale et enveloppe de tissu conjonctif; *d*, orifices des divers follicules; *e*, leurs cavités; *f*, épithélium de ces cavités; *g*, follicules compris dans les parois des glandes; *h*, tissu conjonctif intermédiaire aux glandes folliculeuses.

Fig. 238. — Section transversale d'un fragment d'amygdale du porc. — Les lettres *e*, *h*, comme dans la figure 237.

la membrane externe leur est commune, et à la périphérie de l'organe, elle se continue avec l'enveloppe générale de l'amygdale. La couche épaisse et molle qui sépare l'épithélium de la tunique fibreuse, a la même composition que la couche correspondante des glandes folliculeuses de la base de la langue. Là aussi se montrent, au voisinage de l'épithélium, des papilles coniques, filiformes ou même composées, puis, à l'intérieur, des *follicules* clos arrondis, très-serrés les uns contre les autres, ayant la même forme, le même volume et le même contenu que ceux des glandes folliculeuses de la langue, et enfin un tissu fibrillaire, qui unit ces capsules entre elles, et qui est traversé par de nombreux vaisseaux. Ces derniers, plus nombreux encore que dans les follicules de la langue, présentent cependant la même disposition générale (fig. 239). Pour ce qui est des *lymphatiques*, Frey a constaté que chaque follicule est enveloppé de réseaux de canaux lymphatiques assez étroits, qui s'élèvent plus ou moins haut vers la surface et se terminent en cul-de-sac. A la base des follicules, ces vaisseaux s'ouvrent dans des réseaux serrés, qui communiquent, dans l'enveloppe de l'organe, avec des canaux munis de valvules (*Viertelj. der Züricher naturf. Gesells.*, t. VII, p. 410). Ces vaisseaux ont été injectés également par F. Th. Schmidt (*l. c.*), dont les données, cependant, ne concordent pas complétement avec celles de Frey. L'enveloppe fibreuse des amygdales est formée de tissu conjonctif et de fibres élastiques; elle reçoit aussi quelques fibres musculaires du constricteur supérieur du pharynx. — Quant à des *nerfs*, on en trouve bien à la périphérie de l'organe et dans les papilles; mais là, comme dans les follicules de la langue, j'en ai cherché en vain dans l'épaisseur de la membrane des follicules.

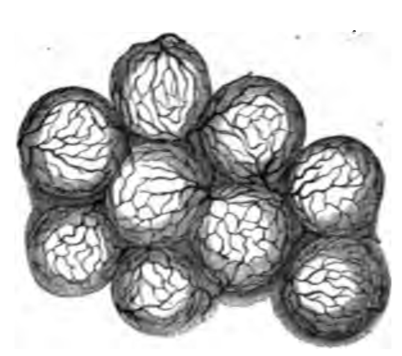


FIG. 239.

L'analogie qui existe entre la structure des amygdales et celle des follicules de la langue, se retrouve dans leurs produits de sécrétion; il faut dire, cependant, que le produit des follicules de la langue est très-difficile à obtenir à l'état de pureté, puisqu'il se mélange avec celui des glandes muqueuses qui s'ouvrent dans leur intérieur. Ce produit est formé d'une substance blanc grisâtre, d'apparence muqueuse, mais qui, d'après mes recherches, ne contient point de mucine; ce qui le constitue, ce seraient, ou bien des lamelles d'épithélium éliminées, ou bien de l'épithélium mélangé de petites cellules qui ont probablement la même signification que les prétendus corpuscules muqueux (voy. plus bas). Dans certains cas pa-

FIG. 239. — Vaisseaux de quelques capsules closes de l'amygdale de l'homme, vus de la cavité d'un follicule. Grossissement de 60 diamètres.

thologiques, les cavités de ces organes contiennent, en outre, le produit des follicules rompus.

J'ai fait connaître la véritable structure des amygdales et des glandes folliculeuses de la base de la langue dès l'année 1850; mais il ne s'écoula pas moins de dix ans avant que la vérité fît son chemin, car même en 1859, Sachs et Reichert prétendaient encore que ces organes sont des glandes en grappe, et Böttcher les considérait comme des formations pathologiques. Les traits essentiels de ma première description étaient les suivants. En l'année 1855 (*Handb.*, 2[e] édit.), je décrivis des *vaisseaux dans l'intérieur* des follicules de l'amygdale; plus tard, Billroth (*Beitr.*, p. 133), trouva les mêmes vaisseaux, et fit en outre connaître le *réticulum* de ces organes, que je considère comme un réseau de cellules de substance conjonctive. Un deuxième progrès, auquel contribuèrent notamment Huxley, Billroth, Henle et Schmidt, de Copenhague (ce dernier fit ses recherches à Würzbourg), consista en ce que l'on reconnut peu à peu que dans les organes en question la substance conjonctive cytogène qui les caractérise n'est pas toujours renfermée dans des vésicules parfaitement limitées et closes, mais se présente aussi parfois sous la forme de masses irrégulières, tantôt étendues entre les follicules ou occupant leur place, tantôt paraissant résulter de la fusion de plusieurs follicules. C'est ainsi que se manifesta de plus en plus l'analogie qui existe entre ces organes et les autres organes lymphoïdes, les follicules de l'intestin, de la rate et du thymus, ainsi que les glandes lymphatiques, analogie sur laquelle j'avais depuis longtemps attiré l'attention, et sur laquelle plus tard Brücke a particulièrement insisté. Néanmoins les connexions des amygdales avec les vaisseaux lymphatiques ne sont rien moins qu'éclaircies, bien qu'il soit à présumer qu'elles sont les mêmes que dans les follicules de l'intestin, dont on trouvera plus loin la description.

Henle désigne tous les organes dont il vient d'être question sous le nom de *glandes conglobées*, et les tissus qui les forme sous celui de *substance glandulaire conglobée*. Je ne vois aucun motif pour changer le nom de *glandes folliculeuses*, que j'ai donné à certaines d'entre elles, et qui peut être appliqué d'une manière générale à tous les organes lymphoïdes. Même tout récemment, Henle (*Splanchn.*, p. 55) a décrit encore le tissu de ces organes comme du tissu conjonctif ordinaire, tandis qu'en réalité ce tissu est formé d'un réseau de corpuscules de tissu conjonctif (voy. § 23).

D'après Henle, on trouve aussi, chez l'homme, des glandes folliculeuses de la base de la langue sans cavité. Peut-être conviendrait-il mieux de donner à ces organes, que je n'ai pas encore observés, le nom de larges papilles contenant de la substance cytogène dans leur intérieur; du moins le docteur Schmidt, de Copenhague, a-t-il vu, chez les mammifères, du tissu cytogène et même des follicules très-nettement délimités dans de véritables papilles de la langue.

Chez l'homme, l'inflammation des amygdales semble déterminer un gonflement notable des follicules, des modifications dans leur contenu, et enfin leur rupture. Les kystes remplis d'une matière puriforme ou caséeuse qu'on décrit dans les maladies des amygdales, pourrraient bien n'être autre chose, quand ils ne dépassent pas un certain volume, que ces mêmes follicules qui, en crevant, laissent échapper ensuite la matière sécrétée, laquelle s'accumule dans les grandes cavités. C'est ce qui explique pourquoi les parois des amygdales présentent si rarement leur structure normale, et pourquoi on y rencontre tout au plus des follicules ouverts, et même le plus souvent une substance granuleuse, traversée par des fibres et des vaisseaux, avec des détritus de papilles et d'épithélium. Mais chez les enfants, et dans certains cas d'hypertrophie légère des amygdales, les follicules se distinguent très-nettement. Quant aux animaux, on peut recourir avec avantage aux tonsilles du cochon et du mouton, aux follicules de la langue de bœuf, à des organes analogues aux amygdales, situés à l'entrée du larynx, chez le cochon, le mouton et le bœuf; dans toutes ces parties, examinées à l'état frais ou après durcissement dans l'alcool concentré, la structure des follicules peut être étudiée avec beaucoup de succès.

III. — Glandes salivaires.

§ 133. **Texture des glandes salivaires.** — Les glandes salivaires, c'est-à-dire les glandes parotide, sous-maxillaire, sublinguale, et les glandes de Rivinus, présentent dans leur texture générale une si grande analogie avec les glandes muqueuses en grappe, qu'il serait superflu d'en donner une description détaillée. Ce sont des glandes en grappe composées, qui peuvent être considérées comme une agrégation de nombreuses glandes muqueuses. Les lobules de premier et de second ordre correspondent, ceux-ci à des glandes muqueuses entières, ceux-là aux divers lobules de ces glandes. Les lobules de second ordre, à leur tour, se réunissent pour former un certain nombre de segments plus importants, dont l'ensemble constitue la glande. Les canaux excréteurs sont plus ou moins ramifiés, suivant le nombre des subdivisions de l'organe; mais, en définitive, ils se terminent de la même manière que ceux des glandes muqueuses.



Fig. 240.

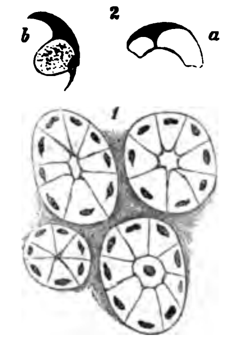


Fig. 241.

La *structure intime* des glandes salivaires a été, dans ces derniers temps, l'objet de recherches multipliées, qui ont mis en lumière certains faits nouveaux, sans toutefois épuiser le sujet. Dans les trois espèces de glandes, les vésicules glandulaires ont 36 — 54 — 68 μ de diamètre; la forme de ces vésicules n'est pas moins variable que dans les glandes muqueuses, et le canal excréteur en naît de la même manière. Ces glandes ont-elles une *membrane propre*, ou en sont-elles dépourvues (Schlüter)? La question est difficile à trancher. Toutefois, en me fondant sur de nouvelles recherches faites sur la glande sous-maxillaire du chien et du chat, je crois devoir admettre que l'enveloppe des vésicules glanduleuses est composée uniquement de corpuscules étoilés, aplatis, peut-être soudés entre eux (fig. 240), qui me semblent correspondre à des corpuscules de tissu conjonctif. A la face interne de cette enveloppe, on trouve un épithélium pavimenteux simple, dont les éléments ont, en moyenne, 11 à 18 μ de largeur, et

Fig. 240. — Éléments étoilés spéciaux, d'apparence cellulaire, qu'on rencontre dans l'enveloppe des vésicules glandulaires de la glande sous-maxillaire, chez le chat. L'un d'eux renferme un corpuscule ressemblant à un noyau. Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 241. — 1. Quatre vésicules glandulaires de la sous-maxillaire du bœuf, avec leur épithélium et leurs noyaux; deux d'entre elles présentent une cavité. — Grossissement de 400 diamètres. — 2. Deux demi-lunes (Giannuzzi) de la glande sous-maxillaire du chien, chacune avec un noyau. A l'une d'elles, *b*, est apposée une cellule salivaire. Grossissement de 350 diamètres.

présentent quelques différences suivant les animaux et dans les diverses glandes. Pour ce qui est de la forme, les cellules épithéliales paraissent, dans la plupart des cas, conformées comme les éléments correspondants des autres organes, sauf que les noyaux occupent la portion externe des cellules (fig. 241); mais, d'autre part, chez le chien, ainsi que l'ont découvert Schlüter et Giannuzzi, le bout externe des cellules est muni de prolongements spéciaux, en forme de pédicules. Sur des cellules isolées et gonflées, ces prolongements se présentent comme dans la figure 242; mais il est à remarquer que, dans leur position naturelle, tous ces prolongements sont recourbés comme sur la figure schématique 243. De plus, ces prolongements ne sont pas coniques et à contours extraordinairement foncés, comme les représente Giannuzzi; ils sont aplatis, et ne paraissent foncés que vus de profil; autrement, ils sont pâles et à contours très-fins. Leur longueur et leur forme sont très-variables, comme la figure 242 le montre suffisamment. Le noyau de ces cellules, qu'on reconnaît le plus facilement sur des préparations traitées par le carmin et l'acide acétique, siége dans les portions les plus externes des cellules, et toujours au point où se détache le prolongement; celui-ci, cependant, ne paraît jamais être une continuation du noyau, mais bien de toute la cellule; mais il ne prend aucune part ou qu'une part très-minime au gonflement de la cellule, quand ce gonflement se produit.

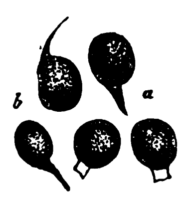
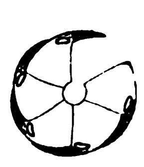


Fig. 242.


Fig. 243.

Les cellules épithéliales qui tapissent les vésicules des glandes salivaires, ou les *cellules salivaires*, comme on peut les appeler, possèdent-elles une *membrane*, ou ne sont-elles que des protoblastes sans enveloppe? C'est ce qui ne me paraît pas facile à décider. Néanmoins, ce qui me semble plaider en faveur de l'existence d'une membrane, c'est le gonflement de ces cellules, qui a lieu dans l'acide chromique dilué, et surtout dans les alcalis caustiques très-étendus, gonflement qui les transforme en vésicules sphériques, et qui rend le contenu plus transparent.

Le contenu des glandes sous-maxillaires et sublinguales est formé de mucus et présente généralement un certain nombre de granulations graisseuses et pigmentaires, tandis que celui de la parotide est dépourvu de mucus, et ne renferme des granulations que beaucoup plus rarement. Le premier est troublé par l'acide acétique, qui, ajouté en excès, ne lui rend pas sa transparence. Il faut donc s'abstenir d'acide acétique quand on

Fig. 242. — Cellules épithéliales des vésicules glandulaires de la sous-maxillaire du chien, isolées au moyen de l'acide chromique dilué, et munies de leurs prolongements en pédicule, qui se présentent soit de profil (*b*), soit de face (*a*). — Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 243. — Vésicule glandulaire de la sous-maxillaire du chien, démontrant la disposition des prolongements des cellules salivaires. Une des cellules a été enlevée. — Figure schématique.

étudie la structure des glandes salivaires : on emploiera de préférence la soude étendue, et surtout une solution de carmin très-faiblement alcaline.

Dans la glande sous-maxillaire du chien, Giannuzzi a fait connaître d'autres formations très-singulières, auxquelles il donne le nom de *demi-lunes*. Sur les vésicules glandulaires entières, elles apparaissent sous la forme représentée figure 244, et il est impossible de reconnaître leur véritable disposition. Mais lorsqu'on traite les vésicules par une faible solution d'acide chromique, on arrive sans grandes difficultés à isoler, outre les cellules salivaires, les demi-lunes, qui se présentent (fig. 241) comme des *cellules spéciales*, *aplaties*, à un ou deux (Gianuzzi) noyaux, souvent difficiles à mettre en évidence, cellules qui offrent, à leur face interne, des dépressions séparées par des crêtes, et dans lesquelles sont reçues deux ou trois cellules salivaires ordinaires. Ces demi-lunes se rencontrent également sur le bœuf; chez le chat, d'après Heidenhain, elles sont remplacées par une couche spéciale de cellules, occupant généralement presque toute la périphérie des vésicules glandulaires, cellules qui se distinguent par leur petit volume et par leur contenu granuleux, mais qui ne sont pas toujours séparées les unes des autres par les limites tranchées. Je n'ai pas trouvé de demi-lunes chez le lapin, non plus que Pflüger.

Les *canaux excréteurs* des glandes salivaires, ou *tubes salivaires*, comme les appelle Pflüger, sont revêtus intérieurement d'un épithélium cylindrique en couche simple, dont les éléments ont jusqu'à 36 μ de longueur, et qui, d'après la découverte de Pflüger, se distinguent par cette particularité que la moitié externe des cellules, au delà du noyau, est striée parallèlement à leur axe (fig. 244) et, sous l'influence de divers réactifs

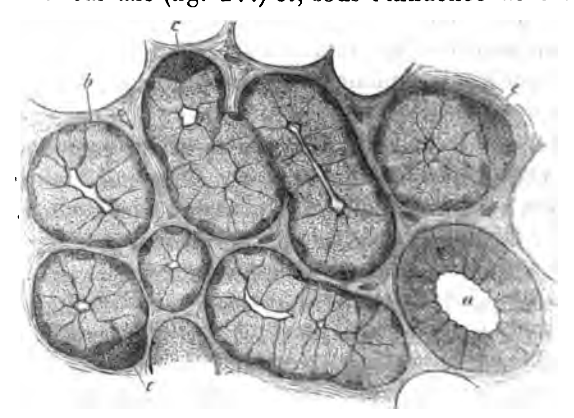


Fig. 244.

(acide chromique dilué, acide acétique, potasse caustique concentrée) se divise en fines fibrilles qui, d'après Pflüger, seraient variqueuses. Le reste

Fig. 244. — Sous-maxillaire du chien. Grossissement de 570 diamètres. — *a*, tube salivaire ; *b*, vésicules glandulaires garnies de cellules salivaires à noyaux et dont quelques-unes présentent une cavité ; *c*, demi-lune. — Section prise sur une glande durcie dans l'alcool, et traitée par le carmin et l'acide acétique.

de la paroi, très-épaisse dans le conduit de Sténon, beaucoup plus mince dans les autres, est formé par un tissu dense et serré, composé de tissu conjonctif et d'une foule de réseaux étroits de fibres élastiques fines et moyennes. Ce n'est que dans le canal de Wharton qu'on trouve, à grand'peine, en dehors de l'épithélium et de deux couches de fibres élastiques, tranversales et longitudinales, une faible couche de fibres musculaires lisses, très-difficiles à isoler, et munies de petits noyeux peu distincts, ayant de 9 à 13 μ ou 17 μ de longueur. Ces fibres, dirigées dans le sens de la longueur, sont recouvertes par une couche de tissu conjonctif mêlé de fibrilles élastiques. Chez le chien, Schlüter croit avoir vu aussi quelques rares fibres musculaires sur les conduits, dans l'épaisseur de la glande.

Les *vaisseaux sanguins* des glandes salivaires sont très-nombreux, et n'offrent rien de spécial. Leurs capillaires ont 6 à 9 μ de diamètre, et forment des réseaux à larges mailles, qui entourent les vésicules glandulaires : il en résulte que chaque vésicule reçoit du sang de plusieurs côtés à la fois. Les canaux excréteurs eux-mêmes sont assez riches en vaisseaux. Il existe également, dans les glandes salivaires, des *lymphatiques*, dont Giannuzzi a récemment étudié les origines sur la glande sous-maxillaire du chien. Giannuzzi décrit ces origines comme des espaces en fente qui entourent les vésicules glandulaires, et qui se continuent avec des espaces analogues, occupant l'enveloppe des lobules et le trajet des conduits excréteurs et des vaisseaux. Des recherches ultérieures montreront si ces espaces appartiennent réellement aux lymphatiques ou non.

Relativement aux *nerfs* des glandes salivaires, les recherches récentes de W. Krause, Reich, Schlüter, Pflüger et Bidder nous apportent beaucoup de notions nouvelles et importantes, mais ne fournissent pas encore de solution satisfaisante. Toutes les glandes salivaires reçoivent des rameaux nerveux de deux sources, du grand sympathique et de certains nerfs crâniens, et ces rameaux se divisent, dans l'intérieur de ces organes, en nerfs vasculaires et en nerfs glandulaires proprement dits, qui cheminent avec les rameaux excréteurs jusqu'aux lobules glandulaires les plus simples. Les nerfs vasculaires se composent de fibres fines et sont dépourvus de ganglions (Krause); on n'a pas encore étudié leur mode de terminaison. Les nerfs glandulaires, dans l'origine, sont formés principalement de tubes larges (de 9 à 15 μ d'après Bidder), forment des plexus autour des conduits glandulaires, et présentent sur leur trajet et des bifurcations des fibres primitives et de nombreux ganglions plus ou moins volumineux, qui ne cessent de se montrer qu'au moment où les nerfs pénètrent dans les plus petits lobules (Krause). En même temps que les ganglions, apparaissent des fibres nerveuses pâles, dont la provenance, soit du grand sympathique, soit des cellules ganglionnaires des glandes, n'est pas encore établie avec certitude.

Relativement à la terminaison des nerfs, il est à remarquer d'abord que Krause a découvert des formes simples des corpuscules de Pacini

(capsules terminales des nerfs glandulaires, Kr.) dans la glande buccale inférieure du hérisson et dans la sous-maxillaire du chat (*Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXIII, pl. VI). D'autre part, la première observation sur la terminaison des nerfs dans les éléments glandulaires est due également à Krause, qui vit une fibre pâle bifurquée se souder à une vésicule glandulaire (fig. 7). De nouveaux renseignements nous sont fournis par les observations de Reich, de Schlüter, et surtout par les recherches si approfondies de Pflüger. D'après cet investigateur, il existe sur les vésicules glandulaires du lapin *trois modes* de terminaison nerveuse. En premier lieu, des nerfs à contours foncés gagnent ces vésicules, perforent la membrane propre, et se continuent par leurs extrémités ramifiées avec les cellules salivaires, de telle façon que chaque extrémité nerveuse est unie avec le noyau d'une cellule. En second lieu, sur les fibres nerveuses des plus petits lobules s'appliquent latéralement des cellules multipolaires, qui, par leurs prolongements, sont unies au protoplasme des cellules salivaires. Troisièmement, enfin, des fibres nerveuses larges, divisées en un faisceau de filaments variqueux très-fins, vont gagner également le protoplasme des cellules salivaires. De plus, Reich et Pflüger décrivent des connexions entre certains filaments nerveux très-fins et les cellules épithéliales cylindriques des canaux excréteurs.

On peut dire, d'une manière générale, que le *liquide sécrété* par les glandes salivaires à l'état normal ne renferme aucune particule solide; mais il résulte des observations de Heidenhain et Schlüter que l'excitation des nerfs de la glande sous-maxillaire du chien détermine dans cette glande une production active de cellules. D'après H., les cellules salivaires proprement dites sont en partie refoulées vers l'extérieur et en partie évacuent leur contenu et s'affaissent, pendant que la substance des *demi-lunes* végète et produit de nombreuses petites cellules sphériques, qui se multiplient aussi par scission. Ces cellules passent aussi dans la salive sous la forme de corpuscules salivaires, et présentent, prises dans les conduits de la glande, des mouvements amiboïdes très-énergiques. Sous l'influence de l'eau, ces éléments deviennent analogues aux *corpuscules muqueux* ou *salivaires* du mucus buccal (Heidenhain); par conséquent, ils ne proviendraient, en réalité, que des glandules qui s'ouvrent dans la cavité buccale. Ce sont des cellules arrondies, de 9-11 μ de diamètre, à un ou plusieurs noyaux, qu'on rencontre pour ainsi dire toujours, quoiqu'en proportions différentes, dans le liquide buccal, et qui ressemblent à des globules de pus.

Nos connaissances sur le mode de terminaison des nerfs dans les glandes salivaires sont évidemment loin d'être complètes; néanmoins il paraît résulter des observations faites jusqu'ici que les fibres nerveuses ont des connexions plus intimes avec les éléments glandulaires qu'on ne l'avait supposé jusqu'alors, fait qu'indiquaient déjà un nombre considérable d'expériences physiologiques. Quant à la nature de ces connexions, je ne me permettrai point de me prononcer, attendu que, malgré tout le soin que j'ai apporté dans l'examen de ces glandes, il m'a été impossible de con-

stater rien de net, et qui exclue le doute, bien que maintes fois j'aie vu des filaments et fibres de diverses sortes gagner en apparence les cellules salivaires. Même à l'égard des dessins et descriptions de Pflüger, je dois reconnaître, malgré la haute estime que m'inspire cet anatomiste et le soin qu'il a porté dans cette étude, qu'ils ne me paraissent pas tout à fait convaincants. En raison des observations que j'ai faites, je me permettrai d'appeler l'attention sur les points suivants : 1° Les cellules multipolaires de Pflüger, les cellules étoilées de Krause (*l. c.*, pl. VI, fig. 8) et de Henle (*Splanchnol.*, p. 46, fig. 28) me paraissent être des formations indifférentes, servant d'enveloppe aux vésicules glandulaires, c'est-à-dire les parties qui constituent les *membranes* propres (voy. fig. 240). Elles me semblent représenter une sorte de réticulum, comme les éléments analogues que l'on trouve dans le rein, le foie, etc., et se montrent également avec beaucoup de netteté, en partie *in situ*, sur des coupes nettoyées avec le pinceau ; 2° les pédicules des cellules salivaires du chien ne sont pas des prolongements du noyau, comme Pflüger le prétend ; leur forme me semble peu favorable à l'idée de connexions avec les nerfs ; néanmoins, je n'irai pas jusqu'à prétendre que ces connexions sont impossibles. Il s'agira de savoir avant tout si ces prolongements, que Pflüger reconnaît exister également chez le lapin, sont un fait général ; 3° quelque remarquables que soient les assertions de Reich et de Pflüger, relativement aux cellules cylindriques des conduits excréteurs, il est cependant indubitable et facile de reconnaître que ces cellules présentent, dans leur portion externe, cette division en filaments, qui, faisant défaut sur d'autres cellules analogues, semble donner un caractère spécial aux premières.

Pour étudier la muqueuse buccale, il est indispensable de se procurer des coupes verticales de cette membrane fraîche, ou durcie dans l'alcool absolu ou desséchée ; sur ces coupes, on voit très-bien l'épithélium et les papilles ; une solution très-étendue de soude caustique rend ces éléments encore plus nets, et permet d'observer facilement les cellules les plus profondes, placées verticalement. Les papilles seront examinées avec avantage sur des fragments ramollis dans l'eau, ou sur des coupes verticales ou horizontales de cette membrane traitée par la potasse caustique, en tant qu'il s'agit simplement d'étudier la disposition et la forme des papilles ; ce réactif détache rapidement l'épithélium. On s'y prendra de la même manière pour étudier les papilles de la langue, dont l'épithélium, d'ailleurs, est rarement intact, celui des papilles filiformes surtout. C'est encore la soude étendue qui permet de voir le mieux les nerfs de toutes ces parties, en tant qu'ils ont des doubles contours ; l'acide acétique peut aussi rendre quelques services dans certains cas. Les extrémités pâles des nerfs dans la muqueuse buccale des amphibies se voient très-bien à l'aide de l'acide acétique très-étendu (v. p. 217). Une dissection minutieuse fournit déjà des résultats importants sur la disposition des muscles de la langue, surtout si l'on fait usage de langues qui ont longtemps séjourné dans l'alcool. On peut employer aussi dans ce but des langues fraîches, mais avec beaucoup moins d'avantage ; il faut, en général, les faire bouillir dans l'eau jusqu'à ce qu'elles soient bien ramollies. Pour obtenir des coupes minces, propres aux observations microscopiques, il faut se servir d'une langue desséchée ou durcie dans l'alcool ou par l'ébullition : ces coupes seront traitées ensuite par la soude, qui les rend transparentes, mais en attaquant quelque peu les fibres musculaires. Il est important d'examiner des coupes verticales, longitudinales et transversales faites dans diverses directions ; on n'oubliera pas la région glandulaire de l'organe. On obtient de très-bons résultats au moyen de coupes fines prises sur des langues d'embryons de divers âges durcies dans l'acide chromique. Nous avons déjà indiqué les particularités les plus importantes qui se rattachent aux glandes.

Pour l'étude des glandes salivaires, je recommanderai en première ligne des coupes durcies dans l'alcool et colorées par le carmin, auxquelles on ajoutera ou non de l'acide acétique ; en second lieu, je signalerai, avec Pflüger, pour l'examen des éléments l'acide chromique très-étendu ($\frac{1}{20}$, $\frac{1}{30}$ pour 100). En outre, on peut se servir avantageusement de la potasse caustique concentrée et de la macération dans l'acide acétique très-dilué. — Pour plus de détails, voyez le mémoire très-approfondi de Pflüger.

Bibliographie. — W. Bowman, art. MUCOUS MEMBRANE, in *Todd's Cyclopædia of Anatomy*, avr. 1842. — E. H. Weber, *Ueber die Schleimbälge und zusammengesetzten Drüsen der Zunge und über den Bau der Parotis*, in *Meckel's Arch.*, 1827, p. 276 et 280. — A. Sebastian, *Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur les glandes labiales*. Groningue, 1842. — Huxley, *On the tonsillar follicles*, in *Micr. Journ.*, t. II, p. 74. — A. v. Szontagh, *Beitr. z. f. Anat. d. weichen Gaumens*, in *Sitzungsb. d. Wien. Akad.*, mars, 1856. — Gauster, *Unters. üb. d. Balgdrüsen d. Zungenwurzel*, Wien, 1857. — Donders, *Bijdrage tot de Kennis van den bouw der Org. voor spijsvertering*, etc., in *Ned. Lanc.*, 3e série, 5e année, p. 240. — Bernard, *Rech. sur la structure des glandes salivaires*, in *Mém. de la Soc. de biol.*, t. IV. — R. Mayer, *Anat. Notizen*, in *Freiburg. Berichten*, n° 13, 1859. (glandes salivaires). — Sachs, *Zur Anat. d. Zungenbalgdrüsen u. Mandeln*, in *Müll. Arch.*, 1859, p. 196, avec addition de Reichert. — G. Eckard, *Zur Anat. d. Zungenbalgdrüsen u. Tonsillen*, in *Virch. Arch.*, t. XVII, p. 171. — A. Böttcher, *Einiges zur Verständigung in Betreff der Balgdrüsen in der Zungenwurzel*, in *Virch. Arch.*, t. XVIII, p. 190. — Billroth, in *Virch. Arch.*, XVIII, p. 194 et in *Beitr. z. path. Histol.*, 1858, p. 131. — Asverus, *De tonsillis, diss.* Iena, 1859. — Henle, in *Jahresb.*, 1856 et 1859. — W. Krause, in *Gött. Nachr.*, 1863, n° 18 ; 1864, n° 10 ; in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXI, p. 90 ; t. XXIII, p. 46. — B. Reich, *Disq. micr. de finibus nerv. in gland. salival.* Vrastisl., 1864, *diss.* — H. Schlüter, *Disq. micr. et phys. de gland. salival.* Vrastisl., 1865, *diss.* — G. Giannuzzi, in *Sitzungsber. d. sächs. Akad.*, nov., 1865. — Pflüger, in *Med. Centralbl.*, 1865, n° 57 ; 1866, n°s 11, 13, 14, et *Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen*, 3 pl. Bonn, 1866. — F. Bidder, in *Arch. f. Anat.*, 1866, p. 321, et 1867, p. 1. — C. J. Baur, *Ueber den Bau der Zunge*, in *Meckel's Arch.*, 1822, p. 350. — P. N. Gerdy, *De la structure de la langue*, in *Recherches d'anatomie, de physiologie et de pathologie*. Paris, 1823. — P.-F. Blandin, *Sur la structure de la langue*, in *Arch. génér. de médecine*, 1823. — J. Zaglas, *On the muscular structure of the tongue of man and certain of mammalia*, in *Annals of Anatomy and Physiology*, ed. by *J. Goodsir*, 1850, I, p. 1. — H. Hyde Salter, art. TONGUE, in *Todd's Cyclopædia of Anatomy*, IV. Jun. and Sept., 1850. — C. B. Brühl, *Ueber den Bau der Zunge der Haussäugethiere*, in *Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere*. Wien, 1850, p. 1 à 6. — Sappey, *Sur les lymphatiques de la langue*, in *Compt. rend.* 1847, p. 26, et *Fror. Not.*, 1848, VI, p. 88. — Waller, in *Philosophical Transactions*, 1847. — H. Sachs, *Obs. de linguæ struct. penit.*, *diss.*, Vratisl., 1856. — C. Fixsen, *De linguæ ranina textura*, *diss.* Dorp., 1857. — S. Stricker, *Unters. üb. d. Papillen in der Mundhöhle von Froschlarven*, in *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, oct., 1857. — Th. Billroth, *Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel und Nervenfasern in der Zunge*, in *Deutsche Klinik*, 1857, n° 21, et in *Müll. Arch.* 1858, p. 159. — Hoyer, *Mikr. Unters. üb. d. Zunge d. Frosches*, in *Müll. Arch.*. 1859, p. 501. — Axel Key, *Ueb. d. Endigungen d. Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches*, in *Müll. Arch.*, 1861, p. 329. — W. Krause, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXIII, p. 55. — Hartmann, in *Arch. f. Anat.*, 1863, p. 635. — L. Beale, in *Phil. Trans.*, 1865, t. CLV, I, p. 443. — Szabadföldy, in *Virch. Arch.*, t. XXXVIII, p. 177. — On consultera en outre les travaux de E. H. Weber, Valentin (in *Handw. d. Phys.*), Todd-Bowman, Henle, Arnold, Huschke, Krause, Sappey, et les miens ; les planches de Berres, Arnold, Langenbeck, Ecker, Bonamy et Beau.

D. — DES DENTS.

§ 134. **Parties dont se composent les dents.** — Les *dents* sont des organes durs, implantés dans l'épaisseur des bords alvéolaires des mâchoires, qui, par leur texture, se rapprochent beaucoup des os, mais

ui, d'après leur mode de développement, doivent être considérés comme es formations muqueuses.

Les dents présentent à considérer la *dent* proprement dite et ses *parties molles*. La première se divise en une ortion libre, appelée *couronne*, et une ortion cachée dans l'alvéole, ou la *cine ;* celle-ci est unique ou multiple. es diverses formes qu'affectent ces arties sont décrites dans les traités 'anatomie. Les dents sont creusées 'une petite cavité appelée *cavité dentaire*, qui se prolonge, en forme de anal, dans les racines (*canal dentaire*), our s'ouvrir à la pointe de ces dernières par un petit orifice ordinairement simple, rarement double (Havers, aschkow). Les parties molles comprennent : 1° la *gencive* (*gingiva*), membrane dense, formée par la réunion e la muqueuse et du périoste de la âchoire, et qui circonscrit la moitié férieure de la couronne ou le *collet* e la dent ; 2° le *périoste alvéolaire*, qui nit intimement la dent avec l'alvéole, 3° enfin le *germe dentaire* (*pulpa den-*), organe mou, riche en vaisseaux et nerfs, qui remplit la cavité de la nt, et qui, franchissant l'orifice de racine, vient adhérer au périoste véolaire.

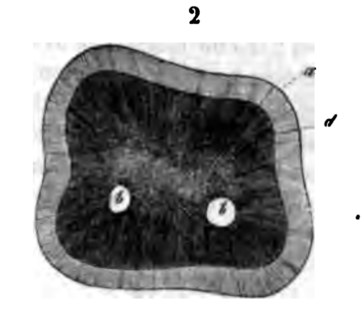


Fig. 245.

La *dent* proprement dite (fig. 245) t composée de trois tissus bien disncts, qui sont : 1° l'*ivoire*, qui contue la masse principale de la dent, nt il détermine la forme générale ; 2° l'*émail*, qui forme une couche sez épaisse enveloppant la couronne, et 3° le *cément*, qui recouvre la cine extérieurement.

§ 135. De l'ivoire. — L'*ivoire* (*substantia eburnea, ebur; dentine* des glais) (fig. 245, *d*) est une substance d'un blanc jaunâtre, translucide, même transparente en couche mince prise sur une dent fraîche; anche, au contraire, avec un éclat satiné ou soyeux lorsqu'on observe

Fig. 245. — Dent molaire de l'homme, grossie environ 15 fois. 1, section longitudinale; section transversale. *a*, émail ; *b*, cavité dentaire ; *c*, cément ; *d*, ivoire et canalicules dentres.

une tranche d'une dent sèche, dont les canalicules sont remplis d'air. L'ivoire surpasse en dureté et en rigidité les os, ainsi que le cément; mais il est inférieur, sous ce rapport, à l'émail. Il forme toute la paroi de la cavité dentaire, si ce n'est vers le sommet de la racine; sur une dent intacte, non usée par le frottement, il ne se montre nulle part à l'extérieur, attendu que l'émail recouvre la couronne et même le collet, tandis que le cément revêt toute la racine.

L'ivoire est formé d'une *substance fondamentale* et d'une foule de *canalicules dentaires* qui la traversent. La substance fondamentale, dans les dents fraîches, paraît complétement homogène, même sur des tranches excessivement fines; elle ne présente aucune trace de cellules, fibres ou autres éléments. Sur des dents dépouillées de leurs sels calcaires, elle a une grande tendance à se diviser en grosses fibres parallèles aux canalicules, et dont on peut séparer des fibres plus fines, n'ayant que 4,5 à 6,7 μ de largeur. Mais déjà la forme irrégulière de ces fibres démontre qu'elles sont purement artificielles; en effet, leur production résulte tout simplement de cette circonstance que les canalicules sont très-rapprochés les uns des autres et tous parallèles entre eux. La substance fondamentale se montre dans toutes les parties de l'ivoire, mais en proportions diverses; elle est, en général, moins abondante dans la couronne que dans la racine, et vers la cavité dentaire que dans les portions extérieures qui touchent à l'émail et au cément.

Les *canalicules dentaires* (fig. 245, 246) sont des tubes microscopiques, de 1,3 à 2,2 μ de largeur, pouvant atteindre jusqu'à 4,5 dans la racine; ils commencent par un orifice ouvert sur la paroi de la cavité dentaire et traversent toute l'épaisseur de l'ivoire, jusqu'à l'émail et au cément. Chaque canalicule possède une *paroi* propre, dont l'épaisseur est en rapport avec le diamètre du canalicule. Sur des coupes transversales, les seules qui permettent de la reconnaître, cette paroi se montre sous la forme d'un anneau étroit, de couleur jaunâtre, circonscrivant la lumière du canalicule; sur des coupes longitudinales, elle se dérobe presque complétement à la vue. Les parois, si épaisses en apparence (fig. 246), qu'on remarque sur des sections transversales, ne sont pas les parois véritables des canalicules, mais des anneaux qui résultent simplement de ce que les tranches ne sont jamais assez minces pour qu'on ne voie pas les canalicules sur une certaine longueur, ce qui, en raison du trajet spiral de ces canalicules, fait paraître leurs parois plus épaisses qu'elles ne le sont réelle-

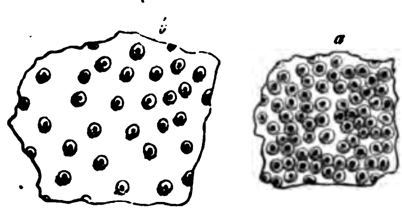


FIG. 246.

FIG. 246. — Section transversale des canalicules dentaires de l'homme, tels qu'on les voit habituellement. Grossissement de 450 diamètres. *a*, canalicules très-serrés; *b*, canalicules plus clair-semés.

ment. Si, sur une section transversale, on place les orifices des canalicules exactement au foyer, on constate, au lieu d'anneaux foncés, un liséré jaunâtre très-étroit, que je considère comme la paroi véritable. Pendant la vie, les canalicules, dont on doit se figurer la paroi comme calcifiée, contiennent une substance transparente, molle, mais visqueuse, que j'appelle les *fibres dentaires*, et que Tomes a vues le premier. Les caractères des fibres dentaires les rendent difficiles à apercevoir sur des pièces fraîches. Sur des tranches sèches, au contraire, les fibres dentaires étant desséchées, les canalicules sont remplis d'air, et se montrent à la lumière transmise comme des lignes noires; à la lumière directe, sous la forme de filaments brillants. Le nombre des canalicules est si considérable qu'en beaucoup d'endroits leurs parois arrivent presque au contact : c'est ce qui fait que les tranches sèches d'une dent sont d'une couleur blanc de lait, et ne peuvent servir aux observations microscopiques qu'autant qu'elles sont excessivement minces; à moins cependant qu'on n'ait expulsé l'air des canalicules au moyen d'un liquide limpide et peu visqueux.

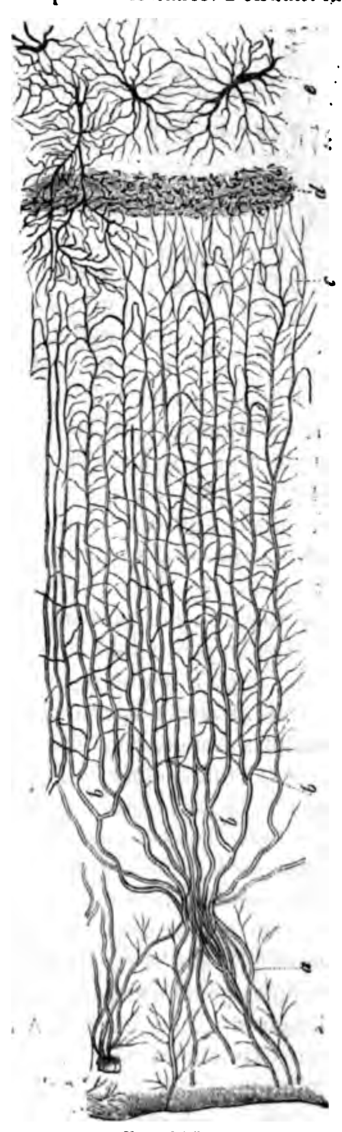
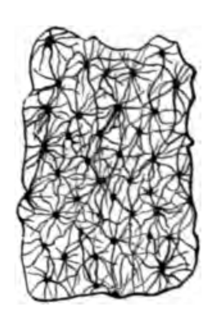


FIG. 247.

Le *trajet* des canalicules dentaires présente certaines particularités constantes, dont on prendra une bonne idée sur les figures 247 et 250; ils sont plutôt *onduleux* que rectilignes, ou mieux en *pas de vis* (Welker), et offrent de nombreuses *ramifications* et *anastomoses*. Chaque canalicule décrit, en général, deux ou trois grandes courbes, et un nombre très-considérable (jusqu'à 200 sur une ligne, Retzius) de *courbes plus petites*, plus ou moins prononcées; d'après Welker, ils offrent, pour la plupart, une disposition en spirale. Les *ramifications* des canalicules (fig. 247, 248) sont tantôt des

FIG. 247. — Canalicules dentaires de la racine, vus à un grossissement de 350 diamètres. *a*, surface interne de l'ivoire, avec peu de canalicules; *b*, bifurcation de canalicules; *c*, terminaisons en anses; *d*, couche granuleuse, consistant en petits globules d'ivoire sur les limites de l'ivoire; *e*, cavités osseuses du cément, dont l'une s'anastomose avec des canalicules dentaires. Chez l'homme.

bifurcations et tantôt des *ramifications* proprement dites. Les bifurcations sont très-nombreuses à l'origine des canalicules, près de la cavité dentaire : un canalicule se divise le plus souvent en deux autres dont le calibre est, à peu de chose près, le même que le sien. Les bifurcations peuvent se répéter deux à cinq fois, ou même plus souvent encore, de sorte que d'un seul canalicule naissent 4, 8, 16 canalicules ou davantage. Les canalicules qui résultent de ces bifurcations, déjà un peu plus étroits, marchent parallèlement entre eux vers la superficie de l'ivoire, et ce n'est que dans la moitié ou le tiers externe de cette substance qu'ils se ramifient de nouveau. Dans la racine, ces nouvelles ramifications ressemblent à des branches qui partiraient du tronc principal; dans la couronne, ce sont des bifurcations terminales. Celles-ci sont toujours très-rares, tandis que dans la racine, les branches sont ordinairement très-nombreuses et très-serrées, et forment avec le canal principal un angle droit ou aigu, ce qui donne à l'ensemble l'apparence tantôt d'une plume, tantôt d'un pinceau ; ce dernier aspect se présente lorsque les canalicules ont une certaine longueur et se ramifient encore à leur tour.


FIG. 248.

Les *extrémités* des canalicules dentaires sont plus ou moins fines, suivant le nombre de dichotomisations qu'ils ont subies; il en est de si ténues, qu'elles ne sont comparables qu'aux fibrilles du tissu conjonctif, et finissent enfin par se dérober à la vue. Quand on peut poursuivre les canalicules jusqu'à leur extrémité, on les voit tantôt se terminer à la surface de l'ivoire, souvent dans une couche grenue que nous décrirons plus tard, et tantôt s'avancer dans les portions les plus internes de l'émail et du cément; tantôt, enfin, ils se réunissent deux à deux dans l'épaisseur de l'ivoire, pour former des anses (*anses terminales des canalicules dentaires*). Les *branches* des canalicules principaux sont presque toujours très-fines; elles sont ordinairement simples, quelquefois cependant ramifiées, et paraissent servir à établir des communications entre des canalicules voisins ou même assez éloignés; cet usage est évident dans la racine, où les branches sont excessivement nombreuses. Ces anastomoses forment de simples ponts transversaux ou bien des anses situées dans le plan de l'axe longitudinal des canaux. A la surface de l'ivoire, les ramifications ultimes de ces branches latérales se comportent comme les extrémités simples ou bifurquées des canalicules principaux, et se terminent, soit par des extrémités libres, soit par des anses, dans l'ivoire, qu'elles dépassent aussi quelquefois.

Pepys a trouvé, dans les dents fraîches, 28 parties de substance cartilagineuse, 62 de matières inorganiques, et 10 parties d'eau, en y compre-

FIG. 248. — Section transversale des canalicules dentaires de la racine, destinée à montrer leurs nombreuses anastomoses. Grossissement de 350 diamètres. Chez l'homme.

ant les pertes. D'après Tomes, les dents, débarrassées de la pulpe denuire, perdent $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{17}$ de leur poids par la dessiccation, *perte qui tient niquement aux fibres dentaires molles contenues dans les canaux dentaires.* a substance organique des dents, facile à extraire par le moyen de acide chlorhydrique, est très-analogue à celle des os, et se transforme icilement en gélatine par l'ébullition. Suivant Hoppe (*loc. cit.*), la portion iterne de l'ivoire du cochon fournirait très-peu de *gélatine* par la coction, s corpuscules de l'ivoire (voy. plus bas) restant insolubles. Le *cartilage entaire*, comme on l'appelle, conserve exactement la forme, comme aussi ı structure, de l'ivoire, si ce n'est que les canalicules y sont difficiles à émontrer. Lorsqu'il est ramolli par la macération dans n acide ou un alcali, on trouve ı substance fondamentale en oie de dissolution, *tandis que s parois des canalicules dentaires gaînes dentaires* de Neumann) *ont demeurées intactes et devenues rès-faciles à isoler* (fig. 249). Dans ces canalicules, on trouve quelquefois encore des restes le fibres dentaires (voy. mon *Anat. micr.*, II, 2, fig. 190). Si a macération dure plus longemps, tout finit par se disoudre. Un autre moyen, non noins expéditif, d'isoler les canalicules dentaires, consiste à ire bouillir un temps suffisant e cartilage dentaire dans l'eau Hoppe). Quand on calcine les dents, il ne reste que la partie inorganique, ui conserve également la forme de la dent intacte; il en est de même uand on les traite par les alcalis caustiques. Ainsi, les dents résultent 'une combinaison intime de substances organiques et inorganiques, de ıême que les os, dont elles se rapprochent beaucoup par la composition himique.

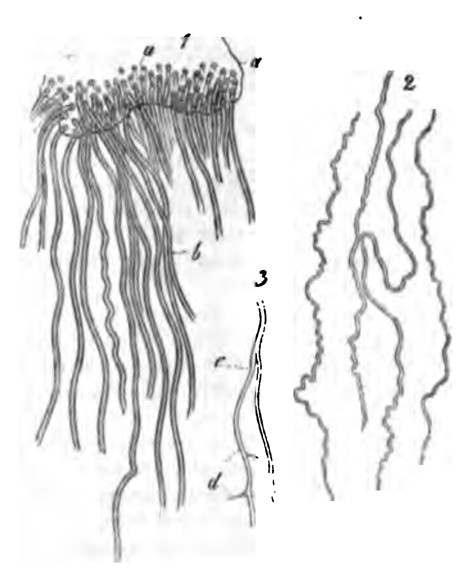


FIG. 249.

Après avoir, le premier, représenté dans une grande étendue les parois des canacules dentaires isolées (*Mikr. Anat.*, II, 2), je me laissai entraîner plus tard, omes ayant décrit dans chaque canalicule une *fibre molle*, à considérer ces fibres t mes tubes comme un seul et même élément (voy. cet ouvr., 4ᵉ édit.), opinion con-:e laquelle s'éleva E. Neumann. Dans un excellent opuscule (*l. i. c.*), cet anato-

FIG. 249. — Canalicules dentaires de l'homme isolés. Grossissement de 350 diamètres. , canalicules des portions internes de l'ivoire. *a*, lamelle d'ivoire la plus interne ; *b*, tubes ; , 3, canalicules des portions externes ; *c*, bifurcation d'un canalicule ; *d*, petits rameaux ui s'en détachent.

miste démontra que les canalicules dentaires sont formés d'une paroi distincte, calcifiée (gaîne dentaire, Neumann), et d'une fibre molle (fibre dentaire, fibre de Tomes) contenue dans son intérieur. Bien que tout récemment H. Hertz se soit rallié à ma dernière manière de voir, je ne puis m'empêcher de donner raison à Neumann. Les preuves sont les suivantes : 1° Si, sur des tranches, on détruit les parties molles de la dent par la coction dans la potasse caustique, ou, sur des dents entières, par la putréfaction longtemps continuée, on peut néanmoins, après avoir extrait les sels inorganiques de la dent au moyen d'un acide, mettre en relief la paroi des canalicules dentaires par les procédés ci-dessus indiqués, tandis que les fibres dentaires ne peuvent plus se voir. — Ici se place cette observation, faite d'abord par Hoppe sur le genre rhinocéros, et répétée par moi sur les défenses du mammouth (*Würzb. nat. Zeitschr.*, t. VI, p. 11), que sur les dents fossiles, on peut, au moyen des acides, isoler des éléments anologues aux canalicules dentaires; ces dents, en effet, ont perdu toutes leurs parties molles, et ne peuvent être considérées que comme les parois calcifiées des canalicules. 2° Les éléments isolés par moi et par Neumman sont, comme je l'ai dit tout d'abord, des tubes dont les caractères sont souvent faciles à reconnaître (fig. 249). 3° Si l'on examine l'ivoire en voie de développement, on trouve que chaque cellule formatrice envoie une fibre molle dans l'intérieur d'un canalicule dentaire (Lent, moi, Neumann), et l'on peut démontrer (Neumann) au moyen de l'acide chlorhydrique qu'outre ces fibres, il existe aussi des gaînes dentaires. 4° Sur des dents complétement développées, on peut voir les mêmes prolongements cellulaires proéminer des cellules de la surface de la pulpe dans les canalicules dentaires, et dans l'ivoire de dents dont on a extrait les sels calcaires, on reconnaît, sur des coupes longitudinales et transversales, les fibres molles *in situ* (Neumann). 5° En dilacérant des tranches de dents privées de leur matière calcaire, on obtient souvent des fibres dentaires proéminentes sur les bords (Tomes). A cet égard, il est à remarquer cependant que les gaînes dentaires font saillie de la même façon. Tout bien considéré, il n'est guère possible de douter que la manière de voir de Neumann ne soit exacte.

Je dois ajouter que Tomes assigne aux fibres dentaires une fonction particulière : il les considère, ainsi que les fibres nerveuses, comme liées à la sensibilité de l'ivoire. Quelque surprenante que soit cette hypothèse, elle n'en est pas moins très-digne d'attention, et je ferai remarquer, d'une part, que d'après les faits constatés par Tomes, cet observateur si distingué, l'ivoire jouit d'une grande sensibilité, plus exquise à sa surface que dans la profondeur, d'autre part, qu'il résulte d'un nombre considérable d'observations récentes qu'il y a continuité entre les éléments celluleux et les extrémités des nerfs, observations qui permettent d'admettre que les cellules d'ivoire qui existent à la surface de la pulpe, et qui sont unies aux fibres dentaires (voy. plus bas), ont certaines connexions avec les terminaisons des nerfs. — Dans la *vieillesse*, d'après Neumann, les fibres dentaires paraissent s'atrophier et les canalicules dentaires s'oblitérer. — Si l'on compare entre eux l'ivoire et l'os, il trouve que les fibres dentaires répondent aux cellules osseuses de Virchow, et les gaînes dentaires aux capsules osseuses.

Il n'est pas rare de trouver dans l'ivoire une apparence de stratification, marquée surtout dans la couronne, et indiquée, sur des coupes longitudinales, par des lignes courbes plus ou moins parallèles aux contours de la couronne, plus ou moins rapprochées les unes des autres (fig. 250), sur des coupes transversales, par des anneaux. Ces lignes, appelées par Owen *lignes de contour*, résultent de ce que l'ivoire s'est déposé couche par couche ; elles sont très-distinctes de ces lignes chatoyantes, mal délimitées, découvertes par Schreger, qui sont exactement parallèles à la cavité dentaire, et dépendent des inflexions principales des canalicules. Les lignes de contour sont remarquablement distinctes chez les animaux, notamment chez les cétacés et les pachydermes (*zeuglodon*, *dugong*, *éléphant*), ainsi que chez le morse. Sur des dents fossiles, on voit quelquefois l'ivoire se diviser en lamelles (Owen), et chez l'homme, on observe quelque chose d'analogue sur les dents fraîches et sur le cartilage dentaire.

Assez souvent, les canalicules dentaires de la couronne s'avancent un peu dans l'émail (*Mikr. Anat.*, II, fig. 192), disposition qui est très-marquée dans certaines espèces animales (Rodentia, Marsupiaux), ainsi que Tomes l'a montré ; çà et là ils s'élargissent pour constituer des cavités plus ou moins spacieuses (fig. 254), qu'on doit considérer comme des productions pathologiques. Une autre disposition qui paraît s'éloigner du type normal, ce sont les *espaces interglobulaires* de l'ivoire lui-même (fig. 251). Sous ce nom, Czermak désigne des cavités très-irrégulières, limitées par des saillies sphériques de l'ivoire, et qui ne manquent complétement, pour ainsi dire, dans aucune dent. Dans la couronne, les espaces interglobulaires sont le plus nombreux au voisinage de l'émail, où ils forment souvent une couche mince et recourbée qui s'étend au-dessous de toute la face interne de l'émail ; mais examinée de plus près, cette couche se trouve composée d'un grand nombre de couches fines, occupant les extrémités des lignes de contour (fig. 250). On les rencontre aussi plus profondément, mais toujours, sur des tranches longitudinales, en séries qui répondent aux lignes de contour. Tantôt les espaces eux-mêmes sont très-considérables et traversent ou interrompent dans leur trajet un grand nombre de canalicules dentaires ; tantôt, au contraire, ils sont fort petits et n'intéressent qu'un nombre limité de canalicules. Dans le premier cas, leurs parois se montrent sous la forme de proéminences sphériques, ont 4 à 26 μ ou plus en hauteur, dont l'aspect est complétement celui de l'ivoire que traversent également les canalicules dentaires : ils font évidemment partie de l'ivoire. Dans le second cas, au contraire, ces *globules d'ivoire*, comme je les appellerai, ne sont pas toujours distincts. Cela s'applique particulièrement aux espaces très-petits qui, par leur forme dentelée et leurs relations avec les canalicules dentaires, pourraient être considérés comme des corpuscules osseux dans l'ivoire ; en effet, quelques auteurs les ont envisagés de cette manière. Mais on réussit presque toujours, dans la couronne

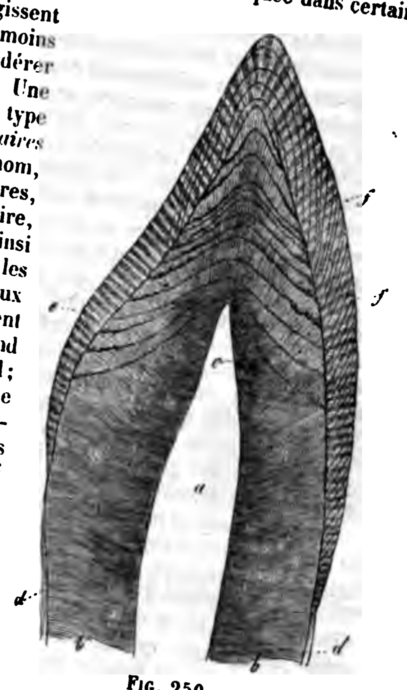


Fig. 250.

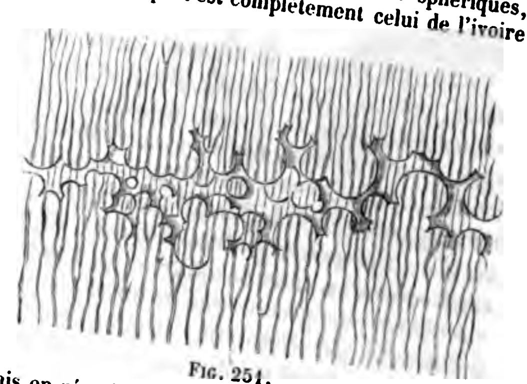


Fig. 251.

Fig. 250. — Portion supérieure d'une incisive coupée suivant son axe longitudinal. Grossissement de 7 diamètres. *a*, cavité dentaire ; *b*, ivoire ; *c*, lignes de contour arciformes et espaces interglobulaires ; *d*, cément ; *e*, émail, dans lequel on reconnaît le trajet des fibres divergées ; *ff*, lignes colorées de l'émail. Chez l'homme.

Fig. 251. — Fragment d'ivoire avec globules d'ivoire entre lesquels sont des espaces ... (espaces interglobulaires). Grossissement de 350 diamètres.

du moins, à constater la ressemblance entre ces espaces et ceux dont nous avons parlé en premier lieu. La chose est plus épineuse à la racine, où les petits espaces interglobulaires et les globules forment une couche granuleuse (*granular layer*, Tomes), qui ressemble souvent à une couche de petites cavités osseuses ou de noyaux simples. Je n'ai rencontré que très-rarement de véritables cavités osseuses dans l'ivoire normal, et toujours c'était au voisinage du cément (fig. 247); les espaces interglobulaires et lesglobules d'ivoire, au contraire, se montrent aussi dans l'intérieur de l'ivoire de la racine et sur la paroi de la cavité dentaire, où ils sont remarquablement développés, au point que souvent il est possible de les reconnaître à l'œil nu dans certaines inégalités qu'ils déterminent. Les espaces interglobulaires, qui sont normaux dans la dent en voie de développement, ne contiennent point de liquide pendant la vie, comme on pourrait le croire au premier abord, mais bien une substance molle, analogue au cartilage dentaire et d'une structure identique avec celle de l'ivoire. Chose remarquable, cette substance, qui présente également des tubes, résiste beaucoup mieux à l'acide chlorhydrique que la substance fondamentale de la dent ossifiée; aussi peut-on l'isoler complétement, exactement comme les canalicules dentaires. Sur des tranches, la *substance interglobulaire* se dessèche ordinairement si bien qu'il en résulte une excavation dans laquelle l'air pénètre, de sorte qu'alors il ne peut être question que d'*espaces* interglobulaires. Il est des dents qui, il est vrai, ne présentent point de substance interglobulaire; mais on y retrouve encore les contours partiels des globules d'ivoire, sous la forme de lignes courbes très-fines (*dentinal cells*, Owen).

Très-rarement on rencontre, chez l'homme, de l'ivoire traversé par des canalicules de Havers (*vasodentine*, Owen), tel qu'il existe chez beaucoup d'animaux. Je ne connais, sous ce rapport, que le cas observé par Tomes (*loc. cit.*, p. 225), dans lequel les canaux vasculaires étaient très-nombreux. Mais il est assez fréquent de voir dans l'ivoire qui comble la cavité dentaire oblitérée, à côté de canalicules dentaires plus ou moins irréguliers, quelques canalicules de Havers et des cavités arrondies (*osteodentine*, Owen), qui figurent des corpuscules osseux.

Sur une défense de mammouth, j'ai trouvé, en beaucoup de points de l'ivoire, la structure normale effacée, et remplacée par une texture *cristalline*; à la lumière polarisée, ces régions étaient doublement réfringentes et présentaient de belles couleurs.

§ 136. **De l'émail.** — L'*émail* forme, à la surface externe de la couronne, une couche continue, dont la plus grande épaisseur répond à la surface triturante de la dent, et qui s'amincit de plus en plus vers la racine, pour se terminer par un bord droit ou dentelé, un peu plus tôt sur les faces latérales que sur les faces antérieure et postérieure de la dent. La surface externe de l'émail paraît lisse; mais, en réalité, elle est couverte de très-petites saillies linéaires, disposées transversalement et très-rapprochées les unes des autres; quelquefois on y voit aussi des rugosités circulaires plus prononcées. L'émail est revêtu d'une membrane délicate, découverte par Nasmyth, et que j'appellerai *cuticule de l'émail;* cette membrane adhère si intimement à l'émail qu'elle n'en peut être séparée que par le moyen de l'acide chlorhydrique. S'il faut en croire Berzelius et Retzius, une membrane analogue existerait à la face interne de l'émail, qu'elle séparerait de l'ivoire : il m'a toujours été impossible de la découvrir. L'émail a une couleur bleuâtre; en couche mince, il est translucide. Beaucoup plus rigide et plus dur que les autres substances de la dent, il est à peine entamé par les instruments tranchants et fait feu avec le briquet (Nasmyth). Cependant l'émail récemment formé se laisse

ouper, circonstance qui concorde avec ce fait, signalé par Hoppe, qu'il ontient alors plus de matière organique. Au point de vue *chimique*, l'émail ourrait être comparé à de la substance osseuse renfermant une faible proortion de matériaux organiques, occupant, non l'intervalle des prismes le l'émail, mais leur épaisseur; mais il ne donne point de gélatine par la oction, et ne diffère en rien, d'après Hoppe, de la substance des épithéiums. Suivant Beigel (*Henle's Jahresb.*, 1865, p. 56), l'acide sulfurique ouillant n'attaquerait que l'ivoire et le cément, en laissant l'émail intact.

D'après Valentin et Hoppe, l'émail jouit à un haut degré de la double éfraction.

Ainsi que l'indique déjà sa cassure fibreuse, l'émail tout entier est omposé de fibres appelées *fibres* ou *prismes* de l'émail (fig. 252 et 253). Ce ont le plus souvent des prismes à cinq ou six pans, un eu irréguliers, allongés, de 3,3 à 5 μ de largeur, et ui traversent, en général, toute l'épaisseur de l'émail, lepuis l'ivoire jusqu'à la membrane d'enveloppe de l'énail. Sur une dent d'adulte, ces éléments sont trèsaciles à voir de face ou de profil; mais il est difficile le les isoler dans une certaine étendue. Il en est tout utrement sur des dents très-jeunes ou en voie de déeloppement, où l'émail a beaucoup moins de dureté et se laisse facilenent couper avec le scalpel. Les prismes ainsi obtenus ont souvent des xtrémités terminées accidentellement en pointe, ce qui leur a fait donler le nom d'*aiguilles de l'émail*. On y listingue très-bien les pans et les angles; souvent on y remarque, en outre, urtout quand on y a ajouté un peu l'acide chlorhydrique étendu, des tries transversales plus ou moins narquées, et distantes de 3 à 4,5 μ les ms des autres. Ces stries, qui dépenlent de légères varicosités que préentent les fibres, donnent à ces dernières une certaine analogie avec les ibres musculaires, ou plutôt avec d'énormes fibrilles musculaires; elles ne ont nullement l'indice de cellules dont e composeraient les fibres. En prolonleant davantage l'action de l'acide chlorhydrique, on voit les fibres pâlir et les stries transversales s'effacer; l ne reste plus alors qu'une espèce de charpente très-fine, dans laquelle



FIG. 252.

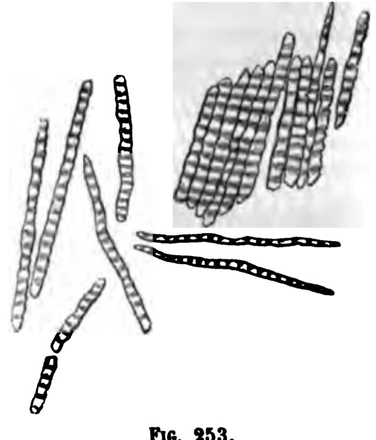


FIG. 253.

FIG. 252. — Surface de l'émail, montrant les extrémités des fibres de cette substance. Grossissement de 350 diamètres. Chez le veau.

FIG. 253. — Fragments de fibres de l'émail, telles qu'on les obtient en traitant cette substance par l'acide chlorhydrique faible. Grossissement de 350 diamètres. Chez l'homme.

on croit souvent reconnaître très-distinctement des tubes. Cette charpente elle-même finit par disparaître, d'où il suit que, sur des dents traitées par l'acide chlorhydrique, on ne trouve presque aucune trace de l'émail, tandis que l'ivoire a conservé sa forme.

Les fibres de l'émail sont *unies* entre elles d'une manière très-intime, et cela sans aucune substance intermédiaire visible. Je n'ai pas encore pu m'assurer de l'existence des canalicules que quelques auteurs admettent comme constants entre les fibres de l'émail. Mais on rencontre souvent dans l'émail des cavités de diverses sortes. Je rangerai parmi ces cavités : 1° les prolongements, mentionnés plus haut, que les canalicules dentaires envoient dans l'épaisseur de l'émail et les cavités allongées, résultat de l'élargissement de ces prolongements, qu'on observe au voisinage de l'ivoire (fig. 254, *c*); 2° les vacuoles en forme de fente qu'on rencontre dans les couches moyennes et externes de l'émail (fig. 254), et qui ne communiquent point avec les précédentes. Ces vacuoles ne font jamais complétement défaut; quelquefois elles sont excessivement nombreuses. Elles sont, du reste, plus ou moins larges, et ne contiennent jamais d'air.

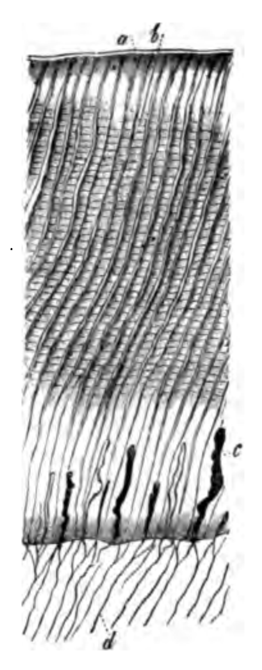


FIG. 254.

Le *trajet* des fibres de l'émail est, en général, le même que celui des canalicules dentaires de la couronne; mais il ne présente de fortes inflexions que sur la face triturante de la dent. Il semble aussi qu'un certain nombre de fibres de l'émail ne traversent pas toute l'épaisseur de l'émail, comme le font bien certainement la plupart d'entre elles. Il est à remarquer que les fibres de l'émail ne sont pas toutes parallèles : elles sont disposées par couches, et dans chaque couche, les fibres sont parallèles et s'entrecroisent avec celles des couches voisines. Ces couches, auxquelles répondent les lignes circulaires visibles à l'extérieur, ont de 180 à 250 μ d'épaisseur, et s'étendent de l'ivoire à la surface de l'émail; c'est ce qui donne cet aspect strié aux coupes verticales de l'émail, surtout quand on les humecte avec de l'acide chlorhydrique (fig. 250), attendu que ces coupes présentent alternativement des sections obliques plus foncées et des sections longitudinales plus claires des prismes de l'émail. A la surface triturante de la dent, il existe également et d'une manière constante de ces entrecroisements; les couches de l'émail y sont, en général, disposées en cylindres dont la coupe serait un cercle dans les mo-

FIG. 254. — Ivoire et émail de l'homme, à un grossissement de 350 diamètres. *a*, cuticule de l'émail; *b*, fibres de l'émail, présentant des stries transversales et des fentes; *c*, cavités plus spacieuses de l'émail; *d*, ivoire.

laires, une ellipse dans les incisives. Mais vers le centre de la surface triturante, l'arrangement des fibres est beaucoup moins régulier, et jusqu'ici il a été impossible de le débrouiller. — Il ne faudrait pas confondre ces stries incolores, indices de la disposition des fibres de l'émail, avec certaines lignes *brunâtres* ou *jaunâtres* qui croisent sous des angles variables la direction des fibres; ces dernières figurent, sur des sections verticales, des lignes ou des arcs obliquement ascendants (fig. 250), sur des coupes horizontales, des cercles, et occupent les couches extérieures seulement, rarement la totalité de l'émail. Ces lignes me paraissent résulter de ce que l'émail se dépose couche par couche.

La *cuticule de l'émail* est une membrane amorphe, imprégnée de sels calcaires, et dont l'épaisseur varie entre 0,9 et 1,8 μ ; sa face adhérente présente souvent de petites dépressions, servant à loger les extrémités des fibres de l'émail. La grande résistance que cette membrane oppose aux agents chimiques en fait un excellent moyen de protection pour la couronne de la dent. En effet, la cuticule de l'émail ne s'altère nullement dans l'eau, même bouillante, ni dans l'acide acétique concentré, dans les acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique; ce dernier lui donne seulement une coloration jaune. Quand on la fait bouillir dans la potasse ou la soude caustique, elle blanchit et se gonfle légèrement, mais ne se désagrége point; après avoir été traitée par la potasse, elle fournit par l'acide chlorhydrique un léger précipité, qu'un excès d'acide redissout. La cuticule de l'émail dégage, en brûlant, une odeur ammoniacale, et laisse une cendre spongieuse, formée de sels calcaires.

Les canalicules qui, de l'ivoire, pénètrent dans l'émail sont de vrais canalicules, dont le contenu est le même que celui des canalicules dentaires. Tomes s'en est assuré de la façon la plus certaine, et je tiens de lui-même qu'on peut les isoler aussi bien que les fibres de l'ivoire. Chez certains mammifères, comme je l'ai constaté, ainsi que Tomes, ces canalicules sont très-développés, et je ne comprends pas comment Waldeyer et Hertz ont pu en nier l'existence. Waldeyer a voulu expliquer les stries transversales des fibres de l'émail par la pression réciproque des fibres entrecroisées; cette explication ne me paraît pas soutenable, par les raisons exposées par Hertz (*l. c.*). — Relativement aux stries brunes qu'on rencontre dans l'émail, voy. Waldeyer (1[re] sect., p. 37) et Hertz (p. 285 et suivantes).

§ 137. Du cément. — Le *cément* (*substantia osteidea*) (fig. 245) est une écorce de véritable substance osseuse entourant la racine des dents. Dans les dents à racines multiples, il n'est pas rare de voir ces dernières soudées ensemble par le cément. Le cément commence à se montrer, en couche fort mince, à l'endroit où cesse l'émail, de sorte que les deux substances arrivent simplement au contact; d'autres fois il recouvre une petite portion de l'émail. La couche de cément devient de plus en plus épaisse à mesure qu'on descend vers l'extrémité de la racine; c'est sur cette extrémité et entre les racines des molaires qu'elle acquiert sa plus grande épaisseur. Sa face interne est unie très-intimement, chez l'homme, à l'ivoire, sans substance intermédiaire, si bien que très-sou-

vent, à un fort grossissement du moins, il est difficile de déterminer la limite exacte entre les deux substances. Sur la face externe s'appliquent très-exactement le périoste alvéolaire, et moins intimement, la gencive ; cette face, débarrassée des parties molles, est en général inégale, souvent marquée de stries circulaires. Des trois substances qui composent la dent, le cément est la moins dure. Au point de vue chimique, il est presque identique avec la substance des os.

Les acides enlèvent rapidement au cément ses sels terreux; il ne reste plus alors qu'un cartilage blanc, qui se détache facilement de l'ivoire, et qui donne de la gélatine par la coction.

De même que les os, le cément se compose d'une *substance fondamentale* et de *cavités osseuses ;* mais il ne contient que rarement des *canalicules de Havers* et des *vaisseaux*. Par contre, le cément renferme souvent des *canalicules spéciaux*, analogues à ceux de l'ivoire, et d'autres cavités, dont le caractère est moins normal.

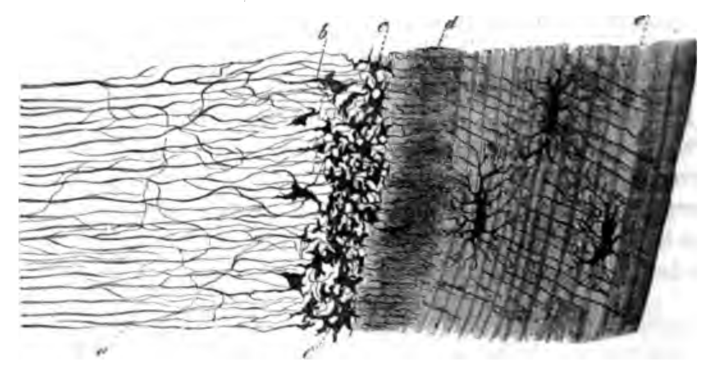


Fig. 255.

La *substance fondamentale* est tantôt grenue et tantôt striée transversalement ; quelquefois elle est presque complétement amorphe ; souvent elle se montre stratifiée comme les os. Les *cavités osseuses* possèdent tous les caractères essentiels de celles des os ; il est inutile, par conséquent, de les décrire. Ce qui les distingue, ce sont les grandes variétés qu'elles présentent sous le rapport du nombre, de la forme et des dimensions (11 à 45 μ et même à 68 μ de longueur), ainsi que le nombre considérable et la longueur (jusqu'à 68 μ) de leurs prolongements. La plupart de ces cavités sont oblongues et parallèles à l'axe longitudinal de la dent ; quelques-unes sont sphériques ou piriformes. Les plus remarquables, sans contredit, sont celles qui, avec une forme très-allongée, présentent une cavité très-étroite et canaliculée (fig. 247) ; car elles ont une telle analogie avec les canalicules

Fig. 255. — Ivoire et cément de la portion moyenne d'une incisive. *a*, canalicules dentaires ; *b*, espaces interglobulaires, ressemblant à des cavités osseuses ; *c*, espaces interglobulaires plus petits ; *d*, commencement du cément avec nombreux canalicules ; *e*, lamelles dont se compose le cément; *f*, lacunes; *g*, canalicules. Grossissement de 350 diamètres. Chez l'homme.

dentaires qu'il est impossible de la méconnaître. Les prolongements sont souvent disposés en pinceau ou comme les barbes d'une plume; ceux des cavités réunies en groupes servent non-seulement à unir ces cavités entre elles, mais encore à les faire communiquer avec les extrémités des canalicules dentaires. Au voisinage de la couronne, là où la couche de cément est très-mince, les cavités osseuses font complétement défaut; ordinairement elles ne commencent à se montrer que vers la portion moyenne de la racine, où elles sont cependant encore très-peu nombreuses. Vers l'extrémité de la racine, elles deviennent de plus en plus abondantes et forment très-souvent, comme dans les couches extérieures des os longs, des séries régulières, placées dans l'épaisseur des lamelles du cément et dont tous les prolongements sont dirigés en dehors ou en dedans, d'où résulte, pour le cément, un aspect strié en travers. Les couches épaisses de cément qu'on trouve sur les dents des vieillards renferment une multitude de lacunes, mais qui sont la plupart très-irrégulières et de forme allongée. — On observe autour de certaines cavités ou de certains groupes de cavités osseuses un liséré jaunâtre, festonné, très-distinct, qui les circonscrit en totalité ou en partie; peut-être ces lisérés ont-ils quelque rapport avec les cellules qui ont donné naissance aux cavités.

Dans les dents des jeunes sujets, lorsque le cément a son épaisseur normale, on ne trouve point de *canalicules de Havers;* dans les dents des vieillards, au contraire, dans les molaires surtout, et lorsqu'il y a hyperostose, ces canalicules se montrent très-fréquemment; on les voit, dans ces cas, pénétrer, au nombre de 1 à 3 ou plus, dans le cément, où ils se divisent deux ou trois fois, et se terminent en cul-de-sac. Ils sont trop étroits (9 à 22 μ de largeur) pour loger, outre les vaisseaux sanguins, de la substance médullaire; ordinairement ils sont entourés de quelques lamelles concentriques, comme dans les os. Dans quelques cas rares, ces canaux s'étendent également dans l'ivoire, et s'ouvrent dans les cavités dentaires (Salter).

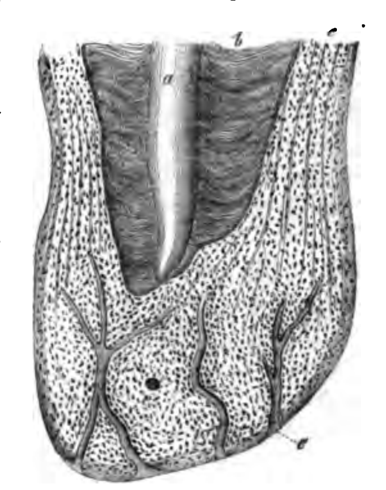


FIG. 256.

Outre ces cavités, le cément renferme çà et là des espaces anfractueux spéciaux, qui, bien certainement, sont d'origine pathologique (voy. *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 82, fig. 202), et très-souvent aussi des canalicules analogues aux canalicules dentaires (fig. 255). Ces derniers sont tantôt très-serrés les uns contre les autres, et tantôt écartés; quelquefois ils présentent des

FIG. 256. — Cément et ivoire de la racine d'une vieille dent. *a*, cavité de la dent; *b*, ivoire; *c*, cément et cavités osseuses; *e*, canalicules de Havers. Chez l'homme.

ramifications qui, d'après mes recherches récentes, semblent renfermer des fibres de Sharpey non calcifiées.

Dans les couches internes du cément de cheval, les cavités osseuses et leurs prolongements sont entourés de membranes en forme de capsule, que Gerber a vues le premier. Quand on ramollit ce cément dans l'acide chlorhydrique, les capsules deviennent très-faciles à isoler, et permettent de constater les faits suivants, qui ne manquent pas d'intérêt pour l'histoire des cavités osseuses : 1° il y a souvent deux, trois cavités ou plus dans une même capsule, exactement comme je l'ai constaté sur des os rachitiques ; 2° la substance contenue dans les cavités et leurs prolongements est moins soluble dans l'acide chlorhydrique que les autres parties des capsules épaissies. En effet, tandis que les capsules présentent, en général, un aspect pâle et transparent, on voit très-nettement à leur face interne un corpuscule foncé, à bords dentelés, qui semble répondre aux capsules osseuses du véritable tissu osseux.

§ 138. **Parties molles des dents.** — Sous le nom de *parties molles des dents*, on comprend le *périoste alvéolaire*, le *germe dentaire* et la *gencive*. Le *périoste* des alvéoles (fig. 257, *c*) adhère très-intimement à la surface de la racine, et ne diffère en rien du périoste des autres parties, si ce n'est qu'il est plus mou et qu'il ne renferme point d'éléments élastiques ; mais on y trouve un réseau nerveux fort riche, contenant de nombreux tubes larges.

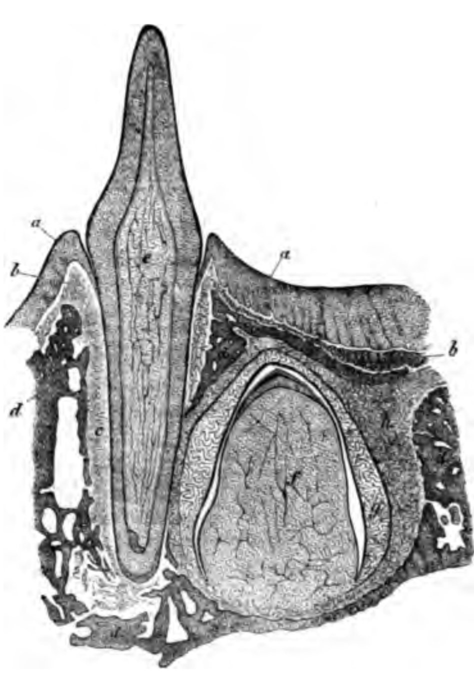


Fig. 257.

La *pulpe* ou le *germe dentaire*, ou la papille dentaire du fœtus atrophiée pendant le cours du développement (fig. 257, *e*), s'élève du fond de l'alvéole, où elle naît du périoste, pénètre dans la racine de la dent, et remplit complétement le canal dont cette racine est creusée, ainsi que la cavité dentaire, sous la forme d'une substance cohérente, molle, rou-

Fig. 257. — Section verticale à travers une portion de la mâchoire et une incisive de la première dentition, avec la dent de remplacement d'un jeune chat. D'après une préparation de Thiersch. Grossissement de 14 diamètres. Dessin de Carl Genth. — *a*, épithélium de la gencive ; *b*, couche de tissu conjonctif de la gencive, se continuant avec le périoste alvéolaire *c*; *d*, alvéoles osseux des deux dents ; *e*, pulpe de la dent de lait; *f*, pulpe de la dent de remplacement, l'une et l'autre avec de nombreux vaisseaux, et avec les cellules d'ivoire à leur surface, cellules qui ne sont visibles que comme une bordure striée ; *g*, organe de l'émail de la dent de remplacement, recouvrant un petit chapeau d'émail et d'ivoire ; entre ces couches se trouve accidentellement un vide; *h*, tissu conjonctif qui entoure la dent de remplacement mais qui ne représente nullement une petite poche nettement circonscrite.

ıhement pourvue de vaisseaux et de nerfs, et partout exactement contre la surface interne de l'ivoire. Le germe est formé d'une conjonctive vaguement fibrillaire, complétement privée de fibres , mais parsemée de nombreuses cellules à noyau sphériques ou corpuscules de tissu conjonctif) : il ressemble donc assez bien au ınctif encore peu développé qu'on trouve chez le fœtus, avec cette que çà et là se voient quelques faisceaux étroits. On peut exprimer un liquide que l'acide acétique coagule comme du mucus, et qui redissous complétement par un excès de ce réactif. Sous l'in- ı même acide, le germe entier prend une teinte blanchâtre, con- t au tissu conjonctif véritable, qui devient transparent. La en question forme la masse principale du germe dans la région des vaisseaux et des nerfs; mais à la surface, on trouve, au- ıne pellicule amorphe très-fine, une couche de 45 à 90 μ d'épais- ıée de plusieurs plans de cellules cylindriques ou terminées en de leurs bouts, et placées perpendiculairement à la surface du s cellules, qui ont 26 μ de longueur sur 45 à 67 μ de largeur, ıt un noyau étroit et allongé, de 11 μ de longueur, muni de nu- t forment une sorte d'épithélium cylindrique à la surface du us en dedans, au contraire, elles ne sont plus groupées en séries mais empiètent irrégulièrement les unes sur les autres, sans re très-serrées, et tout en conservant leur direction; plus pro- t, enfin, on ne trouve que des cellules arrondies, qui se confon- uellement avec le tissu vasculaire du germe. Ces cellules, unies olongements aux fibres dentaires de l'ivoire, correspondent aux rmatrices de l'ivoire; ce sont elles qui fournissent les matériaux d'ivoire qu'on voit se former, même chez l'adulte, à la face in- ı cavité dentaire.

seaux du germe dentaire sont excessivement nombreux, d'où la ›uge de cette partie. Le germe des dents simples reçoit 3-10 ères, d'où naît, en dernier lieu, un réseau peu serré de capillaires 3 μ de largeur; ce réseau occupe l'épaisseur du germe, ainsi que où l'on voit quelquefois des anses distinctes, et il donne nais- veines. Les germes dentaires paraissent dépourvus de *vaisseaux tes*, mais ils présentent de très-nombreux *nerfs*. Dans chaque ètrent un rameau des nerfs dentaires ayant 68 à 90 μ de diamètre, s (jusqu'à 6 et plus) ramuscules plus petits, n'ayant que 22 à 45 μ. ux s'élèvent d'abord isolément vers le sommet du germe, en ıutour d'eux quelques filaments nerveux; mais, arrivés dans la ıs consistante du germe, ils forment un plexus de plus en plus nailles allongées, et se divisent enfin en fibres primitives, de le largeur. Quant à leur terminaison, on voit çà et là les fibres er en anse; mais il est certain que ces anses ne sont pas la ter- ultime. Robin veut que les tubes nerveux se terminent libre- s dire avec précision de quelle manière.

La *gencive*, *gingiva* (fig. 257, *a b*) est cette portion de la muqueuse buccale qui revêt le bord alvéolaire des mâchoires, en circonscrivant le collet des dents; elle est constituée par un tissu rougeâtre, vasculaire, assez mou, qui ne paraît si ferme au toucher qu'à cause des parties dures sous-jacentes. Là où les gencives sont appliquées sur les dents elles-mêmes, elles ont une épaisseur de 1 à 3,4 millimètres, et portent de grosses papilles, qui ont $0^{mm},3$ à $0^{mm},7$ de hauteur, et même $1^{mm},5$ chez les gens âgés. De même que les papilles fongiformes, ces papilles sont garnies de petites papilles simples; le tout est revêtu d'un épithélium pavimenteux, de 0,45 à 0,88 d'épaisseur entre les papilles. — Je n'ai rien trouvé, dans les gencives, qui ressemblât à des *glandes*. Il faut éviter de prendre pour des orifices glandulaires certaines dépressions arrondies de la couche épithéliale, dans lesquelles les cellules sont plus cornées. Ces dépressions, qui ont 170 à 330 μ de largeur, se rencontrent fréquemment à la partie supérieure des gencives.

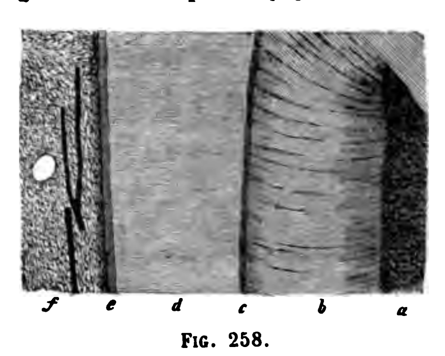


FIG. 258.

Sur la dent représentée dans la figure 257, les fibres du périoste alvéolaire, transversaux et obliquement ascendants, rayonnent du bord et des portions supérieures de l'alvéole réunies en faisceaux volumineux vers le col de la dent (fig. 258). D'un côté ils se perdent dans la portion supérieure du cément; de l'autre, dans l'os de l'alvéole; ils représentent ainsi un moyen d'union résistant entre ces deux parties, une sorte de ligament circulaire de la dent, qui, je le présume, se rencontre également sur les dents permanentes.

§ 139. **Développement des dents.** — Les vingt dents de lait commencent à se développer dans le cours du deuxième mois de la vie fœtale, par la formation des sacs dentaires embryonnaires dans les bords alvéolaires: ces sacs dentaires résultent de la réunion d'une excroissance épithéliale spéciale, l'*organe adamantin*, de certaines productions particulières dépendant de la muqueuse, le *germe dentaire* et du *sac dentaire* proprement dit. Au troisième et au quatrième mois, ces sacs complètent leur développement, et déjà les premiers rudiments des sacs dentaires des dents permanentes commencent à devenir distincts, en ce sens que l'organe adamantin de ces dents apparaît sous la forme d'une excroissance de celui de la dent de lait, excroissance à laquelle s'ajoutent ensuite un germe dentaire et un sac dentaire fournis par la muqueuse, et tout à fait indépendants du sac dentaire

FIG. 258. — Portion du bord alvéolaire de la dent de lait représentée figure 257, avec les portions voisines. Grossissement de 65 diamètres. Le dessin est de Carl Genth. — *a*, squelette de l'alvéole; *b*, ligament circulaire de la dent; *c*, cément; *d*, ivoire; *e*, cellules d'ivoire à la surface de la pulpe dentaire *f*, où l'on voit quelques vaisseaux.

la dent de lait. — Le mode de développement des sacs dentaires des s dernières molaires permanentes n'est pas encore connu; mais il est bable que ces sacs se forment d'une manière indépendante, comme x des dents de lait.

es *sacs dentaires* (fig. 259), comme il a été dit, se composent de trois ties : le *sac proprement dit*, le *germe dentaire* et l'*organe adamantin*. Le *dentaire proprement dit* est une enveloppe conjonctive, dans laquelle peut distinguer deux portions: une couche externe de tissu conjonctif se (*h*), et une couche interne plus molle (*g*), de consistance gélatineuse, c de nombreux corpuscules de tissu conjonctif, dans laquelle néanins on trouve aussi de véritables faisceaux de tissu conjonctif; te dernière est limitée en dedans, vers l'organe adamantin, par une che homogène très-ténue, prolongement de la membrane préforma- du germe dentaire. Sitôt que des vaisseaux apparaissent dans le sac taire, ils se montrent également dans les deux couches en question; s se terminent par des réseaux capillaires sur toute la périphérie de gane adamantin, où l'on voit se développer aussi des espèces de franpourvues de vaisseaux. Comme la face interne du sac dentaire, ainsi le démontre l'histoire du développement, correspond à la surface e d'une membrane muqueuse, ces villosités répondent à de véritables illes muqueuses.

lu fond du sac dentaire s'élève le *germe* ou la *papille dentaire, pulpa s. illa dentis* (*a*), continuation directe de la couche externe de ce sac. Ce me, dont la forme rappelle celle de la dent future correspondante, et représente une grosse papille muqueuse, se compose d'une couche rne, épaisse, riche en vaisseaux et plus tard aussi en nerfs, et d'une che externe, mince, non vasculaire. Celle-ci est limitée par une pellie homogène, la membrane préformative (Raschkow), sans aucune portance pour le développement de la dent, et consiste en cellules de à 54 μ de longueur sur 4,5 à 10 μ de largeur, renfermant de beaux aux vésiculaires, à un ou plusieurs nucléoles distincts. Ces cellules, ées les unes contre les autres, reposent sur la pulpe à la façon des cels d'un épithélium, mais elles sont moins nettement limitées en dedans ces dernières et passent graduellement, du moins sur des germes dens récemment formés, au parenchyme du germe. D'ailleurs, sur des pes très-vasculaires, une certaine délimitation est opérée par cette cirstance que les anses capillaires qui terminent les vaisseaux, ne pénètrent nt entre les cellules cylindriques, et se terminent, en se touchant l'une tre, à la face profonde de ces cellules, de sorte que, les cellules en stion fournissant aussi l'ivoire, la désignation de *membrane de oire* semble justifiée. Les portions internes de la pulpe sont formées tout d'une substance fondamentale, granuleuse ou homogène dans igine, fibroïde plus tard, dans laquelle sont disséminées de trèsnbreuses cellules primitivement arrondies, fusiformes et étoilées dans suite, dont les cellules de la membrane de l'ivoire représentent les

plus extérieures, très-serrées les unes contre les autres. Le tissu de la pulpe appartient donc au groupe des substances conjonctives. Des vaisseaux extrêmement nombreux se développent dans la pulpe un peu avant la formation de la dent; c'est principalement sur la limite des points d'ossification que se rencontrent les anses capillaires les plus nombreuses; ces anses, perpendiculaires à la surface, sont formées de vaisseaux de 13 μ environ de largeur.

L'*organe adamantin* (Raschkow, fig 259 *d e f*) est une partie molle nettement délimitée, en forme de capsule, dont la face concave revêt directement la pulpe dentaire, tandis que sa face convexe s'applique immédiatement contre le sac dentaire proprement dit. Il se compose de deux portions, d'une *couche externe, très-mince, de cellules épithéliales ordinaires* (*df*), et d'une *couche interne, formée d'un tissu gélatineux* (*e*) spécial. Mais, d'une manière générale, comme le montre l'histoire du développement, il représente un organe épithélial, composé des épithéliums de la papille dentaire et du sac dentaire, lesquels, à un certain moment, formaient la portion la plus superficielle de la muqueuse. Les cellules épithéliales de l'organe adamantin, bien que réunies en couche continue, doivent néanmoins, pour la commodité de la description, être divisées en deux parties, que j'appellerai l'*épithélium externe* et l'*épithélium interne*. Ce dernier, appelé généralement *membrane de l'émail, membrane adamantine* (Raschkow) (*d*), ressemble à s'y tromper à un épithélium cylindrique ordinaire, et se compose exclusivement de cellules mesurant 26 μ en longueur et 4,5 μ en largeur, cellules délicates, finement granulées, et renfermant des noyaux oblongs, qui siégent, parfois au nombre de deux, aux extrémités des cellules. L'épithélium externe (*f*), découvert par Nasmyth et observé aussi par Huxley, mais que Guillot a le premier représenté, et que Robin et Magitot ont décrit plus exactement, présente, chez l'homme, des cellules

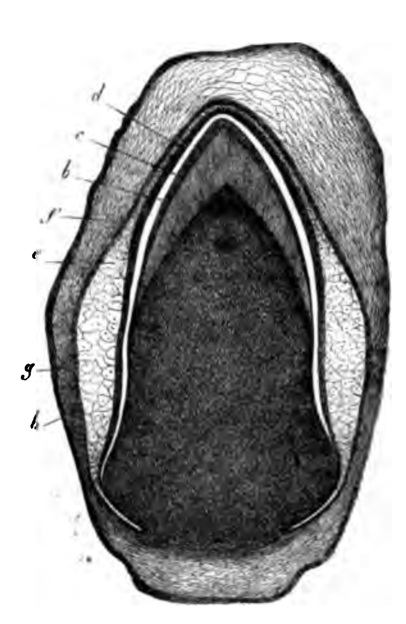


FIG. 259.

FIG. 259. — Sac dentaire d'une dent permanente du chat; section verticale et transversale. D'après une préparation de Thiersch. Grossissement de 14 diamètres. — *a*, papille dentaire, dont la zone externe et foncée est formée par les cellules d'ivoire; *b*, ivoire; *c*, émail; *d*, couche épithéliale interne de l'organe adamantin ou *membrane* adamantine; *e*, tissu gélatineux de cet organe; *f*, couche épithéliale externe de l'organe adamantin; *g*, couche interne du sac dentaire; *h*, couche externe de ce sac.

pavimenteuses qui ont 11 μ de diamètre moyen, et qui renferment souvent des granulations graisseuses. Ce qui distingue particulièrement cet épithélium de l'épithélium interne, c'est qu'il ne forme pas une membrane d'égale épaisseur partout, et qu'il est garni sur sa face externe, surtout sur la face de l'organe adamantin qui regarde la gencive, d'une multitude de prolongements plus ou moins volumineux, entièrement composés de cellules, et désignés sous le nom de *bourgeons épithéliaux de l'organe adamantin*. Entre ces bourgeons s'étendent les villosités vasculaires du sac dentaire, de sorte qu'il résulte de cette espèce d'engrènement une union intime des parties en question. — Le *tissu interne ou gélatineux* de l'organe adamantin (*e*) ressemble parfaitement à certaines substances conjonctives simples, et se compose de cellules étoilées anastomosées entre elles et séparées par un liquide muqueux et albumineux. Ce tissu n'est cependant qu'un épithélium métamorphosé, et ses éléments, au voisinage des couches celluleuses superficielles, deviennent plus arrondis et se continuent, du moins dans l'origine, avec les cellules épithéliales sans limite distincte. Cette couche d'*épithélium gélatineux*, comme je la désigne, présente sa plus grande épaisseur un peu avant le début de la formation de la dent et dans les premiers temps de cette formation ; ainsi, du cinquième au sixième mois, elle a 1 à 1,4 millimètres d'épaisseur, et chez le nouveau-né, elle est réduite à $0^{mm},35$ à $0^{mm},45$. Il va sans dire que l'organe adamantin tout entier est dépourvu de vaisseaux, et que ceux que j'ai décrits autrefois appartiennent à la couche interne du sac dentaire, que je considérais alors comme faisant partie de l'organe adamantin.

Le *développement des dents de lait* débute au cinquième mois de la vie fœtale ; au septième mois, toutes ces dents sont en voie d'ossification. Cette ossification commence au sommet du germe dentaire : il se forme d'abord de petites écailles d'ivoire qui, dans les molaires, sont multiples dans l'origine, de même que les éminences du germe, mais qui ne tardent pas à se souder ensemble. Immédiatement après l'apparition d'une lamelle d'ivoire, se montre aussi une mince couche d'émail, formée aux dépens de l'organe adamantin, et qui, en s'unissant avec l'ivoire, constitue le premier rudiment de la couronne de la dent. Plus tard, la lamelle d'ivoire s'étend à la surface du germe et s'épaissit, de manière à représenter bientôt une espèce de chapeau qui coiffe le germe (fig. 259), puis une sorte de capsule qui l'entoure exactement de toutes parts. A mesure que l'ossification fait des progrès, le germe se rapetisse de plus en plus. En même temps le dépôt d'émail continue à se faire en procédant à la fois de toute la surface de l'organe, et gagne sans cesse en épaisseur. C'est ainsi que se forme, en définitive, tout l'émail qui entoure la couche d'ivoire de la couronne, tandis que l'organe adamantin et le germe dentaire diminuent graduellement de volume, jusqu'à ce qu'enfin l'un ne représente plus qu'une pellicule très-mince, tandis que l'autre se rapproche de plus en plus de l'état qu'il présente chez l'adulte. Jusque-là il n'y avait encore aucun vestige ni du cément ni de la racine ; ces parties, en effet, ne commencent

à se former que lorsque la couronne a atteint son développement presque complet, et lorsque la dent est sur le point de percer. A cette époque, le germe dentaire gagne considérablement en longueur, tandis que l'organe adamantin s'atrophie; sur les parties du germe récemment développées, il ne se dépose que de l'ivoire, celui qui constitue la racine de la dent. La dent, poussée de bas en haut par sa racine, commence à exercer une pression sur la paroi supérieure du sac dentaire et sur la gencive, confondue avec elle; elle perfore peu à peu ces parties, soumises en outre à un certain travail de résorption, et elle paraît enfin à l'extérieur. Dès lors la gencive se rétracte sur la dent, et la portion intacte du sac dentaire s'applique sur la racine, pour constituer le périoste alvéolaire. Le développement complet des dents de lait résulte des phénomènes suivants : 1° la racine se forme tout entière, et la couronne se montre à l'extérieur avec sa longueur normale; 2° par suite d'une exsudation qui se fait à la face interne du sac dentaire, confondu en ce moment avec le périoste, et cette exsudation débute dès avant l'éruption des dents, il se dépose du cément autour de la racine, tandis que la dent s'épaissit par des couches d'ivoire appliquées à sa face interne et que le germe se rapetisse en proportion. Dans les dents à racines multiples, le germe, d'abord simple, se divise plus tard à son point d'implantation, et chacune de ses divisions se développe en forme de racine.

Voici l'ordre dans lequel a lieu l'*éruption* des dents : incisives moyennes de la mâchoire inférieure, du sixième au huitième mois; incisives moyennes de la mâchoire supérieure, quelques semaines plus tard; incisives latérales, du septième au neuvième mois, celles de la mâchoire inférieure les premières; premières molaires, du douzième au quatorzième mois, également en commençant par la mâchoire inférieure; canines, du quinzième au vingtième mois; deuxièmes molaires, entre le vingtième et le trentième mois.

Les *dents permanentes* se développent exactement comme les dents de lait; l'ossification commence en elles un peu avant la naissance et envahit d'abord les premières grosses molaires; pendant la première, seconde et troisième année, elle gagne les dents incisives, les canines et les petites molaires, pour s'étendre enfin aux secondes grosses molaires. Il en résulte que, pendant la sixième et la septième année, 48 dents existent simultanément dans les deux mâchoires, à savoir 20 dents de lait et toutes les dents permanentes, à l'exception des dents de sagesse.

Lorsque les dents de lait doivent tomber, un travail de résorption fait disparaître les cloisons qui séparaient leurs alvéoles de ceux des dents de remplacement; en même temps leurs racines, par suite d'un phénomène encore peu connu, se détruisent de bas en haut (d'après Tomes, il s'agit là d'une dissolution de la substance dentaire qui s'opère spontanément dans les dents de lait). Les dents de remplacement, dont les racines se sont allongées, arrivent ainsi à se placer immédiatement au-dessous de la couronne, devenue libre, des dents de lait, qui finissent par tomber

pour faire place aux premières. L'éruption des dents permanentes se fait dans l'ordre suivant : première grosse molaire, dans la septième année ; incisive moyenne, dans la huitième ; incisive latérale, dans la neuvième ; première petite molaire, dans la dixième ; deuxième petite molaire, dans la onzième ; canine, dans la douzième ; deuxième grosse molaire, dans la treizième, et troisième molaire, entre dix-sept et dix-neuf ans.

Avant l'éruption des dents de lait, les *gencives du fœtus*, et surtout du nouveau-né, sont blanches, très-denses et d'une consistance presque cartilagineuse ; aussi les appelle-t-on *cartilages gingivaux*, bien que leur structure n'offre aucune analogie avec celle du cartilage, car elles sont formées des éléments ordinaires des muqueuses. Nous devons dire cependant qu'elles contiennent une assez grande quantité d'un tissu comme tendineux. Les petits corpuscules du volume d'un grain de millet, que Serres a décrits dans les gencives comme des glandes dont la fonction serait de sécréter le tartre, et qu'on a appelés *glandules du tartre*, ne sont autre chose que des accumulations d'épithélium (voy. *Anat. micr.*, II, 2, p. 95), qui, d'après mes observations récentes, sont des restes du germe embryonnaire de l'émail.

Il n'est pas possible de traiter ici *in extenso* du développement des sacs dentaires ; je me bornerai donc aux observations suivantes. De nos jours, on a dû rejeter la théorie de Goodsir, précédemment assez généralement admise, d'après laquelle les sacs dentaires se développent dans une gouttière muqueuse ouverte à l'extérieur et par des papilles libres (v. *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 87-94, où se trouve aussi la bibliographie ; v. aussi les trois premières éditions de ce manuel). Il est vrai qu'on a reconnu inexactes les assertions de Natalis Guillot, ainsi que celles de Robin et Magitot, d'après lesquelles les sacs dentaires de l'homme et des mammifères se développent, avec toutes leurs parties, *dans la profondeur de la muqueuse, dans le tissu sous-muqueux de cette membrane, aux dépens de particules libres, et indépendamment de toutes les autres parties*. Mais j'avais montré en 1863 que, chez les animaux, il n'existe point de gouttière dentaire garnie de papilles, et que les sacs dentaires se produisent dans l'épaisseur de la muqueuse aux dépens des couches superficielles de cette membrane, c'est-à-dire par une papille superficielle (le germe dentaire), par un revêtement épithélial et par une couche muqueuse enveloppante, qui est le sac dentaire proprement dit.

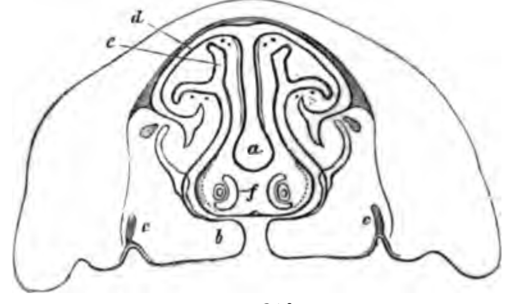


FIG. 260.

Entrons dans quelques détails. Sur les animaux que j'ai examinés (veau et mou_

FIG. 260. — Section verticale à travers la face d'un jeune embryon de veau avec fissure [pal]atine. On a laissé de côté la mâchoire inférieure et la langue. Faible grossissement. — [a,] cloison cartilagineuse des fosses nasales ; *b*, apophyse palatine de la mâchoire supérieure et la fissure palatine ; *c*, les jeunes germes de l'émail des molaires de la mâchoire supé[rie]ure ; *d*, voûte cartilagineuse de la fosse nasale ; *f*, organes de Jacobson et cartilage qu[i les] limite.

ton), il n'existe jamais de germe dentaire libre ; à l'époque du développement, on ne trouve rien non plus qu'on puisse considérer comme une gouttière dentaire, bien que dans les premiers temps de la formation des germes de l'émail, il y ait dans la région qu'ils occupent de légers sillons (fig. 260). La mâchoire supérieure et la mâchoire inférieure des ruminants, dans la région où se forment les sacs dentaires, présentent une forte crête, principalement composée d'une couche épaisse de cellules épithéliales, et dans l'intérieur de ce *bourrelet dentaire*, les sacs dentaires se développent de la manière suivante. Le premier phénomène consiste dans la formation d'un *organe épithélial* particulier, que j'appellerai *germe de l'émail*. Cet organe représente, dans chaque moitié de mâchoire, un prolongement aplati et *continu* des couches profondes de l'épithélium buccal, prolongement dont les faces sont dirigées en dehors et en dedans, et qui dans sa portion marginale est un peu renversé en dehors (fig. 261). Au début, ce germe de l'émail est uniformément mince partout, et il est impossible de reconnaître où se produiront les divers sacs dentaires. Plus tard, certaines régions de la moitié profonde de ce germe, régions dont le nombre répond à celui des dents, se métamorphosent d'une façon particulière et deviennent peu à peu les divers *organes adamantins* (fig. 262). Voici comment se fait

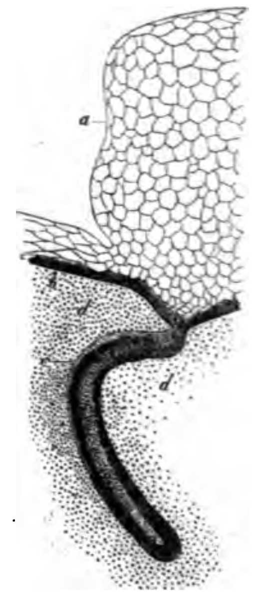


FIG. 261.

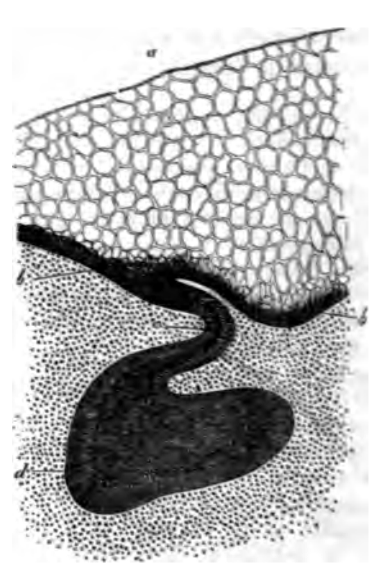


FIG. 262.

cette transformation : d'abord le germe de l'émail s'épaissit dans ces régions, par suite d'une multiplication active des cellules dans son intérieur, multiplication qui a surtout pour point de départ certaines cellules allongées (continuation des cellules profondes de l'épithélium) constituant les portions externes du germe, mais qui

FIG. 261. — Fragment du palais d'un embryon de veau, pris dans la région du bourrelet dentaire droit. Grossissement de 100 diamètres. — *a*, épithélium du bourrelet dentaire, dont la portion extérieure n'est pas figurée ; *b*, cellules cylindriques profondes de l'épithélium ; *c*, germe adamantin, continuation des couches profondes de l'épithélium ; *d,d*, couches superficielles de la muqueuse.

FIG. 262. — Fragment du palais d'un embryon de mouton, pris dans la région du bourrelet dentaire droit. Grossissement de 100 diamètres. — *a*, *b*, *c*, comme dans la figure 261 ; *e*, cellules externes et allongées de l'organe adamantin en voie de formation ; *e*, cellules internes et arrondies.

s'étend aussi à des cellules moins volumineuses, renfermées en petit nombre dans son intérieur. Lorsqu'un certain nombre de cellules nouvelles se sont ainsi développées, les organes adamantins sont visiblement composés de deux parties, d'une couche corticale (*a*), formée par les cellules primitivement allongées, et d'un noyau central, constitué par des éléments arrondis (*e*). En même temps ces organes changent de forme, et au lieu d'une massue, ils figurent un capuchon recouvrant le germe dentaire, qui s'est montré dans l'intervalle. — Quand ces organes adamantins rudimentaires sont devenus distincts, les éléments histologiques qui les composent se modifient en ce sens que les cellules du noyau central se transforment peu à peu en gélatine propre de l'organe adamantin, les cellules devenant étoilées et s'unissant entre elles, tandis qu'un liquide muqueux et albumineux s'épanche dans leurs intervalles. — Du reste, cette transformation se fait très-lentement, et aussi longtemps que l'organe adamantin grossit, il reste entre sa couche corticale et le noyau gélatineux des couches de cellules arrondies qui, d'une part, se multiplient sans cesse, et d'autre part, servent constamment à augmenter le noyau gélatineux.

Conséquemment, le *tissu gélatineux de l'organe adamantin* n'est point du tissu conjonctif, comme tous les auteurs, sauf Huxley, l'ont admis jusqu'ici, ni de la substance conjonctive simple (c'est-à-dire composée de corpuscules de tissu conjonctif et de substance fondamentale homogène), comme je le croyais autrefois, mais bien un *tissu épithélial transformé d'une manière spéciale*. Je ne connais qu'un seul fait d'une semblable transformation de cellules épithéliales, celui qui a lieu dans la membrane externe de l'œuf de la perche; cette membrane est constituée par les cellules épithéliales du follicule de Graaf qui se sont allongées et anastomosées ensemble par leurs prolongements, et en une substance gélatineuse épanchée entre ces cellules ; je fus donc longtemps avant d'acquérir la conviction certaine que cette interprétation est exacte; cependant le poids des faits finit par dissiper mes doutes.

On sait que depuis longtemps Huxley a déclaré que l'organe adamantin tout entier n'est que l'épithélium du sac dentaire et de la papille dentaire. Cette interprétation si judicieuse mérite toute notre admiration; on peut cependant trouver que Huxley manquait de faits pour justifier complétement son opinion.

Les germes de l'émail existent avant toute trace des *papilles dentaires* ; ainsi, par exemple, dans le maxillaire supérieur, on les trouve avant l'occlusion de la fissure palatine, *à une époque où il n'y a pas encore de bourrelets dentaires, ou quand ces bourrelets sont à peine indiqués* (fig. 260). Les papilles, au contraire, se montrent à peu près en même temps que les organes adamantins. En effet, dès que ces derniers deviennent appréciables comme épaississements, il apparaît à leur face profonde une légère saillie mamillaire de la couche muqueuse externe, et tandis que cette saillie grossit de plus en plus, elle repousse la paroi profonde de l'organe adamantin vers sa paroi superficielle, et détermine la transformation de ce dernier en une espèce de bonnet (fig. 263).

Ainsi, la portion de l'organe adamantin qui recouvre la papille ou la *membrane adamantine* (fig. 264, F) semble être véritablement l'*épithélium de la papille dentaire*. — Entre ces deux parties, comme aussi entre l'*organe adamantin tout entier et la muqueuse*, et, en général, *à la surface de cette dernière*, s'étend une pellicule homogène, connue sous le nom de *membrane préformative*, et qui, par conséquent, n'a *nullement une signification spéciale*. — Du reste, il se forme, non-seulement dans la région de la papille dentaire, mais aussi dans le reste de la périphérie de l'organe adamantin, des adhérences plus intimes entre cet organe et la muqueuse, attendu que l'épithélium externe de celui-ci, particulièrement dans les régions opposées à la papille, se garnit des prolongements épithéliaux dont il a été question, et qu'entre ces prolongements il se développe des excroissances vasculaires et comme villeuses de la muqueuse environnante.

C'est seulement lorsque les rudiments de germes dentaires et les organes adamantins sont complétement formés, que se montrent les premiers indices des sacs

dentaires : une portion du tissu conjonctif environnant s'épaissit (fig. 264, 265 ; dans cette dernière figure, ce qui devrait être le premier rudiment du sac dentaire, est représenté par erreur comme un vide). Cet épaississement, qui procède des parties profondes vers les parties superficielles, ne se montre point cependant dans le voisinage immédiat des organes adamantins, mais seulement à une certaine distance de ces organes, et les sacs dentaires, une fois ébauchés, se composent de deux portions, d'une paroi solide et mince, et d'un tissu interne, plus lâche, qui, par sa consistance, rappelle la gélatine de l'organe adamantin, mais qui a la structure du tissu conjonctif lâche ordinaire de l'embryon. Cette couche et la papille dentaire, qui manifestement sont équivalentes, sont aussi les porteurs des fines ramifications des vaisseaux des sacs dentaires, dont les anses terminales sont rangées de toutes parts à la périphérie de l'organe adamantin, sans toutefois pénétrer dans son intérieur, comme il est facile de le comprendre.



Fig. 263.

Les sacs dentaires conformés comme il vient d'être dit, sont encore toujours unis, ainsi que le montrent les figures 264 et 265, avec l'épithélium de la cavité buccale par leurs organes adamantins, attendu que les restes des germes de l'émail ne disparaissent pas aussitôt que ces germes ont donné naissance aux organes adamantins. Bien plus, ils ont, comme je l'ai démontré, l'importante fonction de produire également les rudiments des organes adamantins des dents permanentes. Quoi que je n'aie pas eu l'occasion de suivre complétement la formation des sacs dentaires des dents permanentes, je crois cependant pouvoir désigner avec certitude certains prolongements normaux des germes de l'émail, analogues à ceux que montre la figure 265, comme les premiers rudiments de ces sacs. Ces prolongements, que j'appelle *germes adamantins secondaires*, se trouvent toujours au niveau des organes adamantins correspondants, et à leur face *interne ;* ils se détachent près du point d'union du reste des germes adamantins avec ces organes et ont exactement la structure des portions profondes du germe adamantin primitif. La transformation de ces productions et des portions avoisinantes de la muqueuse en sacs dentaires permanents est facile à concevoir d'après ce qui précède. Je ferai remarquer seulement que les sacs dentaires des dents permanentes, une fois développés, ont exactement la même structure que ceux des dents de lait.

Fig. 263. — Section verticale à travers la portion inférieure de la face d'un embryon de veau de 11 centimètres de longueur. Faible grossissement. — *a*, portion latérale du plancher de la cavité buccale, revêtue d'un mince épithélium ; *b*, bourrelet dentaire supérieur, avec épithélium très-épais ; *c*, maxillaire supérieur ; *d*, portion palatine de cet os ; *e*, langue ; *f*, petite crête interne sur le plancher de la cavité buccale, avec épithélium épaissi ; *g*, bourrelet inférieur, avec épithélium épaissi ; *h*, maxillaire inférieur ; *i*, petite crête externe du plancher de la cavité buccale, avec épithélium épaissi ; *k*, cartilage de Meckel ; *l*, rudiment des sacs dentaires de la mâchoire inférieure ; *m*, rudiment des sacs dentaires de la mâchoire supérieure ; *n*, cloison des fosses nasales.

Je n'ai pas encore suivi en détail les dernières modifications que subissent les sacs dentaires des dents de lait. Tout ce que je puis affirmer, c'est que plus tard, les restes du germe adamantin disparaissent, et qu'alors les sacs dentaires sont clos de toutes parts et parfaitement distincts de l'épithélium (fig. 259). D'ailleurs, l'atrophie de ces restes des germes adamantins ne détermine pas leur destruction complète ; il est facile de reconnaître que des portions isolées de ces germes subissent, par métamorphose de leurs cellules internes, une modification spéciale, et deviennent les groupes arrondis de cellules cornées, qui parfois conservent leurs relations avec les restes du germe adamantin, tandis que, dans d'autres cas, ils deviennent complétement indépendants dans l'épaisseur de la muqueuse, entre les sacs dentaires et l'épithélium.

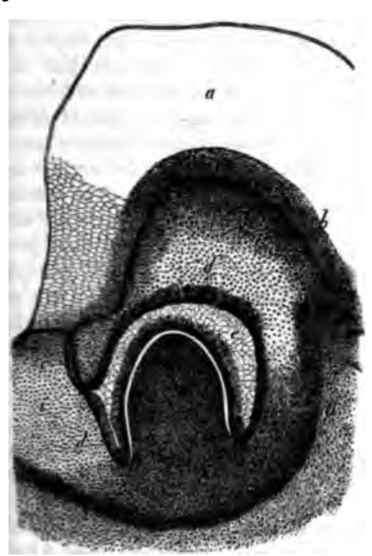


Fig. 264.

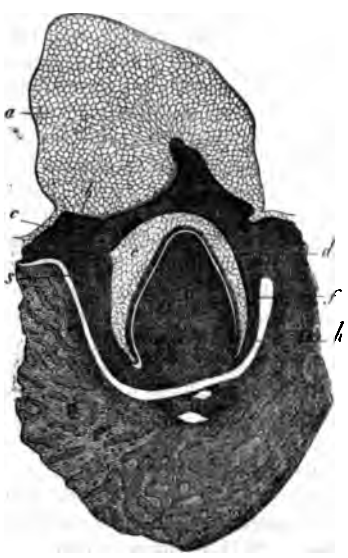


Fig. 265.

De ces recherches, confirmées par les observations de Thiersch, à Erlangen (voy. à cet égard ma communication provisoire sur ce sujet) et par des observations postérieures de Waldeyer et de Hertz, s'appliquant aussi au porc, au chat et au chien, il résulte que chez les mammifères, les sacs dentaires se développent par une curieuse pénétration réciproque d'une excroissance épithéliale et d'une excroissance muqueuse, de telle sorte que ce phénomène présente une analogie impossible à méconnaître avec le développement des glandes cutanées, ou mieux encore, des folli-

Fig. 264. — Fragment du palais d'un embryon de veau, présentant le bourrelet dentaire droit. — *a*, bourrelet dentaire, consistant essentiellement en un épaississement de l'épithélium; *b*, couches les plus profondes de l'épithélium; *c*, reste du germe adamantin uni à l'organe adamantin *d*, *e*, *f*; *d*, couche épithéliale externe de l'organe adamantin; *d'*, bourgeon épithélial de cet organe; *e*, épithélium gélatineux de l'organe adamantin; *f*, épithélium interne de l'organe adamantin ou membrane adamantine; *g*, germe dentaire; *h*, premier indice de la couche de tissu conjonctif plus dense du sac dentaire; *i*, portions externes de la muqueuse, qui deviennent partiellement la couche molle interne de tissu conjonctif du sac dentaire; *k*, quelques trabécules osseuses du maxillaire supérieur. — Grossissement de 23 diamètres.

Fig. 265. — Majeure partie du maxillaire inférieur gauche avec le bourrelet dentaire correspondant et un sac dentaire d'un embryon de veau. Grossissement de 11 1/2 diamètres. — *a*, *h*, comme dans la figure 264 ; *s*, germe adamantin secondaire. Au-dessous du sac dentaire, on voit les nerfs et les vaisseaux dans le maxillaire.

cules pileux. Il y a, du reste, dans les divers groupes de mammifères, certaines variétés d'ordre secondaire, relatives à la conformation des bourrelets dentaires, à la forme des germes adamantins, etc., et au sujet desquelles on consultera les travaux mentionnés.

Pour ce qui est de l'*homme*, j'ai exprimé dans la quatrième édition de cet ouvrage la présomption que là les choses se passent probablement de la même façon que chez les mammifères, et que la gouttière dentaire ouverte avec papilles libres, observée par Goodsir et par moi, était due à ce que sur les embryons que nous avons examinés, l'épithélium buccal faisait défaut. Cette présomption a été depuis lors convertie en certitude par Waldeyer, qui soumit à l'observation directe plusieurs embryons humains parfaitement conservés.

Relativement à la *structure du sac dentaire*, nous devons à ces dernières années plusieurs notions importantes, qui toutefois n'ont été bien comprises que depuis que j'ai découvert le mode de développement des sacs dentaires. J'entends par là la preuve de l'existence, sur l'organe adamantin, d'une *couche épithéliale externe* qui se continue avec l'épithélium interne ou la membrane adamantine ; puis la découverte de bourgeons épithéliaux sur cette couche, et de productions villeuses sur les portions avoisinantes du sac dentaire. La couche épithéliale externe de l'organe adamantin se trouve décrite pour la première fois, mais non interprétée, dans Nasmyth (*Researches*, p. 106 et 109). Elle a été ensuite mentionnée par Huxley (*On the developm. of teeth*, etc., p. 153), qui la décrit comme non constante, ce à quoi je ne puis souscrire. Plus tard, Todd et Bowman décrivirent (vol. II, p. 176) des tubes courts remplis d'épithélium glandulaire dans les portions externes de l'organe adamantin, lesquels ne sont autre chose que les prolongements de la couche épithéliale externe, dont les auteurs en question n'ont rien aperçu. Moi-même, autrefois, je ne réussis point à voir cet épithélium ; néanmoins, je puis aujourd'hui affirmer que les amas de cellules à noyau décrits dans ma *Mikr. Anat.* (II, 2, p. 100) se rapportent à lui. La première représentation de la couche épithéliale en question se trouve chez Guillot (*l. i. c.*, pl. V, fig. 1-5, VIII, fig. 1-2). Mais cet investigateur ne parvint pas à en saisir le mode de formation ni les transformations ultérieures; ce qui le prouve évidemment, c'est qu'il pense qu'elle se forme d'une manière indépendante dans la profondeur de la muqueuse et qu'elle devient le sac dentaire (p. 295). La même remarque s'applique aussi, quant au premier point, à Robin et Magitot, dont on peut dire, du reste, qu'ils ont donné la première bonne description de l'épithélium externe de l'organe adamantin (*Journal de la physiol.*, janvier 1861, p. 73), et qu'ils sont aussi les premiers qui, interprétant convenablement les productions glanduliformes découvertes par Todd-Bowman, les aient considérées comme des bourgeons de cet épithélium. En outre, ils ont vu aussi des cordons de cellules épithéliales libres dans le sac dentaire, et ils ont pensé qu'il serait possible que ce fussent là des cellules épithéliales détachées et en partie grossies. — Les prolongements villeux des sacs dentaires, bien que mal appréciés, étaient déjà connus de Goodsir, Sharpey, Huxley et Todd-Bowman, et récemment Robin et Magitot les ont décrits minutieusement. Enfin, le prolongement de la membrane préformative sur le sac dentaire, que Waldeyer et Hertz nient à tort, a été décrit pour la première fois par Huxley.

Quant *au développement des sacs dentaires*, il y a encore plusieurs points qui ne sont pas encore suffisamment élucidés, en particulier les phénomènes de formation des organes adamantins. Waldeyer et Hertz placent le siége de ces phénomènes exclusivement dans les cellules internes arrondies de ces organes; moi, au contraire, je les place aussi dans les éléments cylindriques externes. Or, si je puis concéder que les cellules étoilées de la pulpe de l'émail proviennent des cellules arrondies, il est clair cependant que les cellules allongées ne sont pas non plus inertes, qu'au contraire elles augmentent continuellement de nombre, car l'épithélium de l'organe adamantin s'étend constamment en surface. Nous n'avons aucune observation touchant la manière dont se fait cette multiplication. Je ne crois pas me tromper, cependant, en

assurant qu'elle a lieu, comme dans tous les épithéliums simples, par des scissions longitudinales répétées. Rien ne me semble justifier l'opinion de Waldeyer, d'après laquelle les cellules arrondies qui, dans la pulpe de l'émail, touchent à l'épithélium, représentent la matrice de ce dernier. D'un autre côté, j'accorde qu'il n'est pas plus démontré que ces cellules arrondies naissent de celles de l'épithélium, comme je l'admettais autrefois.

§ 140. **Développement des tissus dentaires.** — Des trois tissus qui composent la dent, deux, l'ivoire et le cément, se développent essentiellement d'après les mêmes lois, qui sont aussi celles de la formation du tissu osseux ; l'émail, au contraire, se forme d'une manière toute spéciale, et représente simplement une formation cuticulaire très-épaisse.

L'*ivoire* naît des cellules superficielles de la pulpe dentaire, qui, pour ce motif, peuvent être appelées *cellules d'ivoire*. Il est probable qu'en première ligne, la membrane préformative se calcifie, et qu'ensuite il se forme à sa face interne, et couche par couche, de l'ivoire, de la manière suivante : 1° Les cellules d'ivoire s'allongent en fibres dentaires, en même temps qu'il se secrète entre elles une substance interstitielle qui se calcifie. Pendant que cela a lieu, les cellules d'ivoire restent en général intactes, du moins les trouve-t-on de tout temps avec la même forme à la face interne de l'ivoire en voie de croissance, et il semble qu'une seule cellule d'ivoire suffise pour produire une fibre dentaire tout entière, avec toutes ses ramifications. Ce n'est que là où existent des bifurcations de fibres dentaires, que peut-être plusieurs cellules participent à la formation d'une même fibre.

Le *cément* se forme exactement d'après le mode des dépôts périostiques des os, et c'est le sac dentaire, qui, après le développement de la couronne et pendant la formation de la racine, prend le rôle de périoste, qu'il conserve même lorsque, après l'éruption des dents, il s'est converti en périoste alvéolaire.

L'*émail*, enfin, provient d'une exsudation calcifiée des cellules de la membrane adamantine, de la même façon que certains dépôts analogues qui se produisent, dans des proportions non moindres, chez les animaux inférieurs (voy. à cet égard, § 16). Récemment j'ai constaté directement, sur la face libre de quelques cellules adamantines, de petits dépôts qui, manifestement, n'étaient que des portions non encore durcies de cette exsudation. Pendant que celle-ci a lieu, les cellules adamantines ne s'altèrent point; elles ne se détruisent que lorsque l'émail est complétement formé. Mais auparavant, elles fournissent encore une autre exsudation continue, en forme de membrane, qui se calcifie également, et qui représente la cuticule de l'émail.

La *manière dont se développe* la substance des dents a été considérée de tout temps comme très-difficile à élucider C'est dans la formation de l'*émail* que les phénomènes paraissent le plus simples. Tous les auteurs ont admis, avec Schwann, que les fibres de l'émail ne sont autre chose que les cellules ossifiées de la membrane adamantine. Mais voici que Huxley (*loc. cit.*) prétend qu'il n'en peut être ainsi, attendu que l'*émail*, *à toutes les époques de son développement, est entouré de la membrane*

préformative du germe dentaire, membrane qui le sépare de la membrane adamantine. Suivant Huxley, le développement de l'émail serait *indépendant de la membrane adamantine :* cette substance se formerait au-dessous de la membrane préformative, qui deviendrait, en définitive, la cuticule extérieure de la dent, découverte par Nasmyth. Huxley avoue cependant qu'il lui est impossible de donner plus de détails sur le mode de développement de l'émail.



Fig. 266.

Un de mes élèves les plus distingués, E. Lent (*l. i. c.*), a trouvé effectivement que si l'on traite par un acide étendu l'émail en voie de développement, on peut séparer de sa surface, à toutes les époques, une membrane amorphe délicate, qui, aussi longtemps que l'ivoire n'est pas formé, se continue avec la membrane préformative du germe dentaire ; de façon qu'il semble que l'émail naisse *au-dessous* de cette dernière. D'après les recherches de Tomes (*Mikr. Journ.*, XV), on peut dire qu'il est très-vraisemblable que la couche corticale observée par Huxley est un produit artificiel et ne représente que la couche la plus superficielle de l'émail en voie de formation, ainsi que j'en ai exprimé la probabilité dans mon mémoire sur les formations cuticulaires (*Würzb. Verb.*, VII, p. 98). Cela étant admis, il me semble que la question du développement de l'émail n'est pas difficile à trancher. Il me paraît impossible qu'il résulte de l'ossification des cellules adamantines elles-mêmes, comme le croient Tomes et les observateurs les plus récents, Waldeyer et Hertz, car *ces cellules se trouvent dans le même état à toutes les périodes de la formation de l'émail, et même lorsque celle-ci est complétement terminée.* Il me semble donc que l'opinion que j'ai exprimée, et dans laquelle l'émail serait une sorte de formation cuticulaire sécrétée par les cellules adamantines, est beaucoup plus probable. Ce qui vient encore à l'appui de cette manière de voir, c'est que l'émail, après l'extraction des sels calcaires, ne laisse aucun résidu qu'on puisse considérer comme sa couche fondamentale celluleuse. S'il était véritablement formé de cellules calcifiées, il faudrait, ce semble, que ces cellules pussent être démontrées.

Il est à remarquer, du reste, que la différence entre ma manière de voir et celle de Schwann est moins grande qu'elle ne le paraît au premier abord. J'admets que les cellules adamantines, à leur extrémité libre, où, non plus que Waldeyer, je n'ai pu voir jusqu'ici de membrane, sécrètent couche par couche de la substance qui se calcifie, jusqu'à ce que la fibre d'émail tout entière soit formée. Dans la théorie de Schwann, on prétend que la cellule adamantine elle-même grandit par son

Fig. 266. — A, section de l'organe adamantin du sac dentaire d'une molaire de nouveau-né. Grossissement de 250 diamètres. — *a*, couche externe et dense du sac dentaire; *b*, couche interne, molle et vasculaire du sac dentaire, présentant un tissu un peu plus dense vers l'organe adamantin ; *c*, tissu *spongieux ; d*, épithélium interne de l'organe adamantin, ou membrane adamantine, reposant sur une portion plus ferme de la pulpe, appelée *stratum intermedium* ; *e*, épithélium externe. — B, quatre cellules de la membrane de l'émail, grossies 350 fois.

extrémité libre, et s'incruste incessamment de sels calcaires. Cet accroissement a lieu de telle sorte, dit-on, que la cellule ne grandit que par son extrémité libre, et que cette partie dont elle s'allonge se calcifie seule; or, c'est là, en d'autres termes, ce que je dis moi-même, et il s'agit simplement, dans ce cas, de décider si ce qui s'ajoute à l'extrémité libre de la cellule est ou non du protoplasme. Si l'on admettait, au contraire, que la cellule croît par sa base, et reçoit sans cesse de la pulpe de l'émail de nouveaux matériaux pour son allongement, comme le pensaient Waldeyer et Hertz, il y aurait là une différence notable avec mon opinion, différence à laquelle je ne saurais me rallier. Pour réfuter cette manière de voir, je ferai remarquer 1° que personne n'a constaté que la région du noyau des cellules adamantines prend part à la formation de l'émail. Si ces cellules croissaient par leur base, il faudrait que la région du noyau s'avançât vers l'émail et fût envahie par les sels calcaires telle quelle, ou après disparition du noyau. Or, ni l'un ni l'autre n'a lieu, car l'émail ne renferme pas de noyaux, et rien n'indique que ces noyaux aient disparu. — D'une manière générale, les noyaux ne se déplacent point, et pendant toute la durée de la formation de l'émail, on les trouve dans la région qu'ils occupaient au début. En second lieu, pendant que l'émail se développe, la membranne adamantine m'a paru *nettement* limitée du côté de la pulpe de l'émail, et je n'ai encore rien vu qui porte à croire que l'accroissement des cellules adamantines a lieu aux dépens des portions avoisinantes de la pulpe de l'émail. — A Hertz, qui ne peut s'imaginer comment les cellules adamantines peuvent sécréter les fibres de l'émail, je rappellerai les formations cuticulaires des animaux, que j'ai décrites particulièrement sur les mâchoires des genres *Pleurobranchus* et *Aplysia* (*Würzb. Verh.*, t. VIII), formations qui se composent également de longs prismes et bâtonnets indépendants, et présentent une grande analogie avec l'émail, si ce n'est que là ce sont les extrémités libres des cellules qui sécrètent, tandis que, dans les cellules adamantines, ce sont celles qui sont tournées vers la muqueuse.

Les cellules adamantines détachées de l'émail présentent, à leur extrémité libre, un aspect varié. Les unes sont simplement tronquées, d'autres présentent des dépôts transparents et minces (moi, Hertz) ou épais (Waldeyer), ayant la largeur de la cellule (fibres d'émail en voie de formation); d'autres, enfin, sont munies d'appendices en pointe, avec ou sans dépôts analogues (Toms, Waldeyer, Hertz). Je considère ces appendices, qui ne me sont pas inconnus, comme des productions artificielles, c'est-à-dire comme des fragments arrachés accidentellement de fibres d'émail incomplétement développées. — Comme il paraît certain que tous les prismes de l'émail ne traversent pas toute l'épaisseur de cette substance, en d'autres termes, que sur les parties convexes de la couronne les couches externes, sur les parties concaves, les couches internes contiennent plus de prismes, on doit se demander comment se font cette augmentation et cette diminution des fibres. L'hypothèse de la destruction de certaines cellules et d'une multiplication par scission longitudinale, comme dans la première formation des épithéliums de l'organe adamantin, paraît donner de ces faits une explication suffisante; mais elle ne repose point sur des observations précises. D'autre part, l'opinion de Waldeyer et de Hertz, qui admettent que de nouvelles cellules d'émail se forment aux dépens de la pulpe de l'émail, demande confirmation.

Pendant la formation de l'émail, l'organe adamantin se modifie d'une manière toute spéciale. La pulpe adamantine, qui atteint son summum de développement avant tout dépôt d'émail, disparaît peu à peu, et cela d'abord à la couronne de la dent (fig. 259), puis sur les côtés et enfin à la partie inférieure, disparition qui a lieu, non par transformation de la pulpe en cellules de la membrane adamantine, comme le croit Hertz, main bien par simple atrophie. En *même temps l'épithélium externe disparaît également;* souvent cet épithélium, à des périodes comme celle qui est représentée fig. 259, n'est plus reconnaissable. Enfin le *sac dentaire* et la membrane adamantine arrivent presque au contact, car ils ne sont plus séparés que par les restes de la pulpe de l'émail, formant une couche mince sous le nom de *stra-*

tum intermedium (fig. 266). Les choses restent alors à ce point jusqu'à l'époque de l'éruption des dents, du moins n'ai-je rien observé qui indique une disparition définitive de la membrane adamantine

Dans le *développement de l'ivoire*, de même que pour celui de l'émail, le germe tout entier n'est pas mis à contribution, mais seulement sa couche la plus externe, d'apparence épithéliale. Je nie que la pulpe tout entière se transforme en cellules d'ivoire et s'ossifie simplement et d'une manière continue, de dehors en dedans; mon avis est plutôt que cette partie doit toute son importance aux vaisseaux qu'elle contient et qui fournissent aux cellules d'ivoire les matériaux nécessaires à leur développement. On peut également s'expliquer très-bien comment le germe diminue de volume, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'admettre qu'il s'ossifie de dehors en dedans. De même que nous voyons le contenu des larges canalicules de Havers des os de fœtus diminuer lorsque les lamelles commencent à se former sur les parois de ces canalicules, de même on conçoit que le germe se rapetisse par suite d'une résorption graduelle de son tissu mou et largement abreuvé de liquides, sans même qu'il soit indispensable de faire intervenir une atrophie notable de ses vaisseaux.

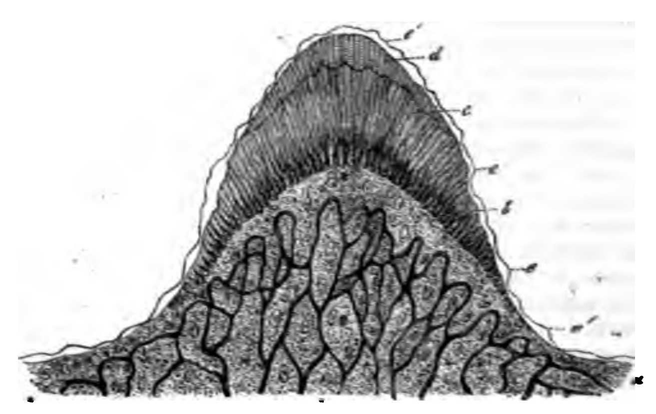


Fig. 267.

Le mode de *développement de l'ivoire* aux dépens des cellules d'ivoire semble avoir été élucidé assez complétement par les travaux de Lent. En 1852, je trouvai, sur les cellules d'ivoire de l'homme, des appendices filamenteux qui s'étendaient dans l'ivoire de nouvelle formation ; je soupçonnai que c'étaient des canalicules dentaires, mais je ne réussis point à convertir cette probabilité en certitude. Lent fut plus heureux : sur des dents en voie de développement et presque réduites en bouillie par la macération dans l'acide chlorhydrique, il parvint à isoler les cellules en question, unies à de véritables canalicules dentaires bien formés. Je crois donc, avec Lent, qu'il faut envisager le développement de l'ivoire de la manière suivante :

1° Les *fibres dentaires sont des prolongements immédiats des cellules d'ivoire*, prolongements qui donnent naissance à des branches secondaires, par lesquelles ils communiquent entre eux. Tout ce que nous montre l'observation directe tend à prouver que, dans une foule de cas, une simple cellule suffit pour produire une fibre dentaire tout entière, ou du moins un long fragment de fibre. En effet, sur des fibres dentaires en voie de formation, on ne voit jamais aucun indice d'un développement

Fig. 267. — Section à travers le sommet d'une molaire de fœtus humain, dans laquelle le développement de l'ivoire et de l'émail a commencé depuis peu. *a*, pulpe ou germe dentaire avec ses vaisseaux ; *b*, membrane dite de l'*ivoire*, constituée par les cellules d'ivoire ; *c*, ivoire développé ; *d*, émail développé ; *e*, couche membraneuse, membrane préformative, d'après Huxley, qui se détache par l'acide acétique. — D'après Lent.

ux dépens de séries de cellules, comme, par exemple, des varicosités juxtaposées ou des noyaux; d'un autre côté, comme je l'ai annoncé depuis longtemps Mikr. *Anat.*, fig. 209), on reconnaît très-fréquemment dans les cellules d'ivoire es indices certains d'une grande puissance de végétation, je veux dire une multiplication active de leurs noyaux. J'admets donc, d'après cela, que les cellules l'ivoire, qui reçoivent sans cesse des vaisseaux du germe de nouveaux matériaux de formation, au moyen desquels elles maintiennent leurs dimensions, donnent naissance, l'autre part, à des prolongements ramifiés ou anastomosés de plus en plus longs, en d'autres termes, aux fibres dentaires. Je ne prétends pas, du reste, que dans tous es cas une cellule unique, ayant la forme qu'elle présente au début, suffit à la production d'une fibre dentaire entière; car on rencontre aussi des cellules d'ivoire étranglées à leur partie moyenne (voy. 201, *f*). Dans ces circonstances, il se pourrait que la portion du corps de cellule qui touche à l'ivoire fût absorbée peu à peu pour prolonger le canalicule dentaire, de manière à disparaître comme cellule, tandis que le noyau serait résorbé; on pourrait même admettre que de tels étranglements se produisent un grand nombre de fois, sans que la loi d'après laquelle une seule cellule produit tout un canalicule dentaire cessât d'être vraie, car ces étranglements ne vont jamais jusqu'à diviser complétement une cellule. Il est à considérer que, dans certains cas, une seule cellule d'ivoire semble produire *deux* ou *trois* fibres d'ivoire; cela me paraît résulter de certaines formes de cellules qui, à leur extrémité externe, se terminent par plusieurs fibres (*Mikr. Anat.*, II, 2, fig. 209), formes qui sont loin d'être rares chez l'homme, et qu'ont observées également Robin et Magitot. (*Journ. de la phys.*, III, pl. V, fig. 3). Ces cellules expliquent très-bien les bifurcations en fourche que présentent les fibres dentaires (canalicules dentaires); mais il se pourrait aussi que ces bifurcations résultent de ce que les cellules profondes de la membrane adamantine s'unissent chacune à deux cellules superficielles. — Les fines ramifications des fibres dentaires ne s'observent pas dans les premiers temps du développement de l'ivoire; on doit donc les considérer, de même que celles des cellules osseuses, comme des productions consécutives.

2° La *substance fondamentale de l'ivoire ne dérive point des cellules d'ivoire : semblable aux substances intercellulaires, elle résulte d'une exsudation, soit de ces cellules, soit de la pulpe dentaire.* Comme les cellules d'ivoire s'allongent directement, à leur extrémité externe, en fibres dentaires, et non, comme on l'a cru autrefois, de telle façon que les canalicules dentaires ne devraient être considérés que comme leur partie interne, il est impossible de faire dériver l'ivoire directement de cette partie. Les cellules d'ivoire, d'autre part, sont fortement pressées les unes contre les autres, et ne laissent entre elles aucune place pour de la substance interstitielle. Celle-ci n'apparaît qu'au moment où les cellules s'allongent à leurs pointes; il n'est guère possible, par conséquent, de faire naître cette substance directement de la pulpe. Il ne reste donc, pour expliquer l'origine de la substance interstitielle, qu'à admettre qu'elle se développe par l'intermédiaire des cellules d'ivoire. Or, on pourrait songer à établir entre cette substance et les cellules les mêmes relations qui unissent ensemble les capsules cartilagineuses et osseuses et les cellules des cartilages et des os; en d'autres termes, on pourrait admettre que chaque cellule d'ivoire donne naissance, à son extrémité bourgeonnante, à un tube formé d'un principe gélatineux, tube qui, en s'ossifiant, se confondrait avec les tubes voisins, de sorte qu'alors la substance fondamentale tout entière serait formée uniquement de ces gaînes externes des canalicules dentaires. Mais je dois reconnaître que je ne puis citer aucun fait à l'appui de cette manière de voir, qui, sous une forme un peu différente, a été défendue par Waldeyer, lorsqu'au lieu d'une sécrétion des cellules, il parle de transformation d'une portion de leur protoplasme en substance collagène; car la substance fondamentale, dès son apparition, est complétement homogène, et ne montre aucun indice pouvant faire croire qu'elle se compose de tubes; elle ne se divise non plus en tubes sous l'influence d'aucun réactif. Je ne saurais donc considérer la substance fondamentale que comme un produit d'exsudation de toutes les cellules d'ivoire,

produit qui ne contracte aucun rapport histologique spécial avec certaines cellules ou certains canalicules dentaires. C'est aussi dans ce sens que s'est prononcé Hertz.

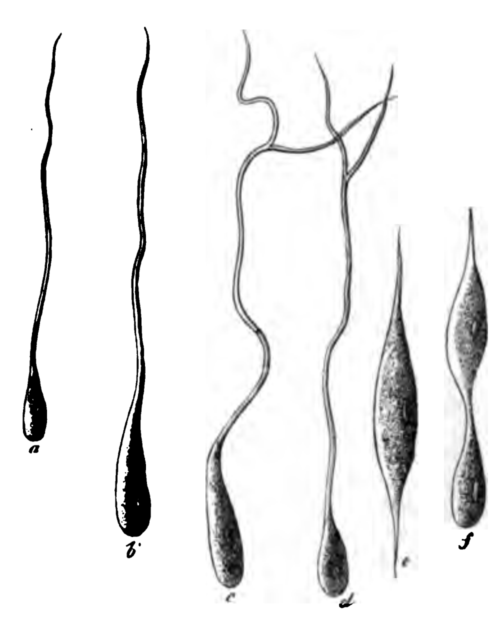


FIG. 268.

Il va sans dire que c'est également la pulpe qui fournit les matériaux de cette exsudation, et que les cellules ne sont que des intermédiaires chargés de la sécrétion, en quelque sorte comme les glandes et les épithéliums. On ne saurait s'empêcher cependant de faire jouer aux cellules un certain rôle dans la formation de la substance fondamentale, bien que ce rôle n'ait pu être déterminé jusqu'ici. — Les *gaines dentaires* de Neumann me paraissent être des indurations secondaires de la substance fondamentale qui entoure immédiatement les fibres dentaires; je les compare aux capsules osseuses et aux gaînes qui limitent les canalicules de Havers (v. § 35).

En somme, il est établi que les canalicules dentaires de l'ivoire résultent d'une transformation directe d'un des éléments histologiques de la pulpe, c'est-à-dire des cellules d'ivoire; tandis que la substance fondamentale doit être considérée comme une matière exsudée par ces cellules, ou plutôt par les vaisseaux du germe. Ma manière de voir est donc intermédiaire entre l'ancienne doctrine de l'exsudation, d'après laquelle l'ivoire tout entier serait sécrété par la pulpe, et la doctrine de la transformation, qui veut qu'il résulte uniquement de certains éléments histologiques du germe métamorphosés. Quant à la théorie de Huxley, dans laquelle l'ivoire se déposerait tout simplement dans l'épaisseur du germe, sans qu'il y ait participation histologique de cet organe, je la déclare fausse de tous points, à part cette circonstance, que je reconnais comme lui, que l'ivoire se développe au-dessous de la membrane préformative. Je ferai remarquer, en outre, que chez les animaux, peut-être aussi chez l'homme, à l'état pathologique, l'ossification paraît envahir également les portions internes du germe; car il existe de l'ivoire vasculaire (*vasodentine*, Owen), même chez l'homme, d'après Tomes, et dans les dents de certains animaux, la pulpe fait complétement défaut. Dans ces cas, il est probable que le germe s'ossifie simplement comme le tissu conjonctif; c'est du moins ce que tendrait à faire croire cette circonstance que la *vasodentine* ressemble beaucoup plus au tissu osseux ordinaire qu'à l'ivoire.

Dans l'ossification de l'ivoire, il arrive souvent, chez l'homme du moins, que le dépôt des sels calcaires au sein de cette substance récemment formée, mais parfaitement caractérisée au point de vue morphologique, quoique présentant encore peu de dureté, que ce dépôt, dis-je, se fait de telle sorte que l'ivoire tout entier semble

FIG. 268. — Cellules d'ivoire isolées avec leurs prolongements, c'est-à-dire les fibres dentaires. *a*, chez l'homme; *b*, *c* et *d*, chez le cheval; *c* et *d* avec des branches; *e*, cellule avec deux prolongements; *f*, deux cellules unies ensemble, ou cellule en voie de scission. — D'après Lent.

rmé de *sphères solides* distinctes. Ces sphères se rencontrent aussi bien dans les ·emières lamelles d'ivoire que dans les dents plus avancées en âge, mais surtout ır les bords de la racine d'une dent d'un certain volume, regardée par sa face ex-·rne. Elles disparaissent plus tard, quand le développement de la dent procède ormalement; alors la terre calcaire se dépose également dans leurs intervalles, si ien que l'ivoire devient complétement homogène. Dans le cas contraire, ces sphères ersistent en plus ou moins grand nombre, et les espaces qui les séparent, lesquels e sont autre chose que les *espaces interglobulaires* dont nous avons dit un mot plus aut, ne présentent qu'une substance dentaire incomplétement ossifiée.

D'après mes observations, le *cément* procède de cette partie du sac dentaire située atre le germe et l'organe adamantin, et se montre dès avant l'époque de l'éruption e la dent, alors que la racine commence à peine à se former. A ce moment, la portion ıférieure du sac dentaire s'allonge, s'applique intimement sur la racine en voie de ormation, et fournit, comme fait le périoste pour les os qui croissent en épaisseur, n blastème mou, exsudé par les riches réseaux vasculaires qu'il renferme, blastème ui s'ossifie ensuite. Les preıières traces du cément, qui, ar conséquent, ne provient pas lus de l'ossification du sac entaire lui-même que les couhes périphériques des os ne ésultent de l'ossification du ériost, se sont montrées à noi, chez le nouveau-né, sous a forme de petites écailles isoées, arrondies ou ovalaires, qui dhéraient solidement à l'ivoire le la racine, encore très-courte, t qui présentaient exactement 'aspect de la substance osseuse

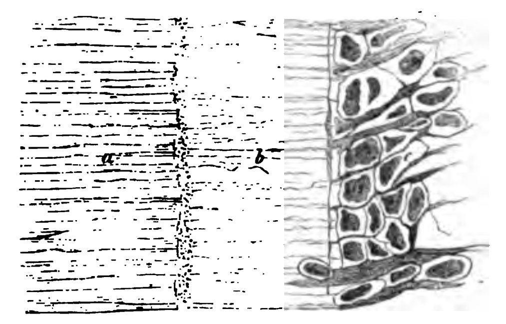


FIG. 269.

n voie de développement des os du crâne. De ces écailles, les plus petites présenaient des cavités osseuses distinctes et une légère coloration jaunâtre, mais taient encore molles et transparentes, et se confondaient insensiblement par eurs bords, avec un tissu limpide, renfermant des cellules. Dans les écailles lus larges, les bords étaient les mêmes, mais déjà la partie centrale était plus oncée et plus consistante; il y avait, en un mot, toutes les transitions possibles epuis les premières jusqu'à celles qui étaient parvenues à l'état d'os parfait, ans qu'on vît des dépôts grumeux calcaires. A mesure que la racine s'allonge, le nouvelles lamelles osseuses apparaissent, deviennent peu à peu confluentes le haut en bas, pour ne former enfin qu'une seule couche, à la face externe le laquelle s'applique, par le même procédé, la quantité de substance nécesaire pour donner au cément son épaisseur naturelle. Nous n'avons pas de recherhes nouvelles sur la structure du tissu qui fournit le cément chez l'homme. Chez les *mammifères*, ce tissu est composé de petites cellules et d'une substance fondamenale fibreuse (fig. 269), et constitue une couche dont la limite d'avec le sac dentaire t plus tard d'avec le périoste alvéolaire n'est pas nettement tracée, de sorte qu'on ourrait dire, non sans raison, que les couches internes du sac dentaire se transforment directement en cément. Or, l'ossification de ces couches a lieu de telle façon

FIG. 269. — Fragment d'une section transversale de la racine d'une incisive de jeune hat qui a fait éruption. Grossissement de 450 diamètres. — D'après une préparation de Thiersch, dessin de Carl Genth. — *a*, ivoire; *b*, cément de nouvelle formation, présentant les fibres dans sa substance fondamentale et une seule cellule; *c*, périoste alvéolaire, substance conjonctive fibreuse, avec cellules qui, de même que les ostéoblastes ordinaires, forment sur le cément une couche continue.

que tantôt les sels calcaires se déposent seulement dans la couche la plus interne, dépourvue de cellules, de la substance fondamentale, et que tantôt ils enveloppent également un certain nombre de cellules, et c'est ainsi que naissent les deux variétés de cément que l'on connaît. Les fibres qui, dans la formation du cément, pénètrent de la substance fondamentale dans ce dernier, et qu'on peut rencontrer aussi dans le cément dépourvu de cellules, semblent, de même que les fibres de Sharpey, être calcifiées ou non; dans ce dernier cas, elles représentent, sur des tranches, des productions analogues aux canalicules dentaires (fig. 255).

Nous manquons de recherches précises relativement à la formation de la *cuticule de l'émail*. Ce qui me paraît le plus rationnel, c'est d'admettre que lorsque l'émail s'est formé complétement, les cellules adamantines fournissent encore une couche continue pour envelopper le tout, phénomène qui trouve de nombreux analogues dans les productions cuticulaires des animaux inférieurs. Aucun fait ne plaide en faveur de la supposition de Waldeyer, d'après laquelle cette lamelle résulterait des deux couches épithéliales de l'organe adamantin, qui se seraient unies entre elles et calcifiées. Du reste, Waldeyer a oublié que la cuticule de l'émail ne mesure que 0,9 à 1,3 μ d'épaisseur chez l'homme.

Pour terminer, jetons un coup d'œil sur les diverses substances qui composent la dent et sur leurs rapports réciproques. Nous voyons tout d'abord que ces substances, bien que se ressemblant par un certain nombre de caractères, ne peuvent cependant être réunies dans un même groupe de tissus. Il existe beaucoup plus d'analogies entre l'*ivoire* et le *cément* qu'entre ces deux substances et l'émail. L'ivoire est simplement du tissu osseux dont la substance fondamentale est formée de tissu intercellulaire pur, et dont les cellules se sont transformées en longs canalicules anastomosés. Dans certains cas, le cément ou la substance osseuse et l'ivoire se rapprochent l'un de l'autre, et cela lorsque, d'un côté, l'ivoire est traversé par de nombreux canalicules de Havers et contient des cellules osseuses étoilées, et que, de l'autre côté, le cément présente, soit des cellules très-allongées avec nombreux prolongements et des canaux vasculaires, soit des lacunes très-rares au milieu de nombreux canalicules parallèles, analogues aux canalicules dentaires. On conçoit dès lors que les canalicules dentaires s'anastomosent souvent avec les cellules osseuses du cément. Sous le rapport du mode d'accroissement, les analogies ne sont pas moins grandes entre l'ivoire, le cément et les os; la pulpe dentaire correspond au périoste; les cellules d'ivoire, à cette couche d'ostéoblastes qu'on voit au-dessous de ce dernier. L'*émail* pourrait être considéré comme un ivoire qui ne contient pas de canalicules, analogue à celui qui constitue les couches extérieures des dents de poissons; au moins est-il certain qu'il partage avec la substance fondamentale de l'ivoire ce caractère d'être formé d'un plasma exsudé par les cellules. Quand l'émail présente des canaux, il ressemble beaucoup à l'ivoire; mais ces canaux ont sans doute une tout autre signification que ceux de l'ivoire, car ils sont de simples cavités dues à une résorption. Le plus souvent l'émail n'a aucune analogie avec le cément; mais il y a du cément homogène, vaguement strié transversalement, qui ressemble quelque peu, extérieurement du moins, à l'émail, dont il se rapproche d'ailleurs par le mode de développement. — Eu égard aux parties qui servent à la production des diverses substances dentaires, l'*ivoire*, développé dans la partie la plus vasculaire de la muqueuse buccale, est une *véritable production de la muqueuse*, l'*émail*, une *formation épithéliale*, et le *cément*, une *substance tégumentaire* fournie par la muqueuse.

Pour étudier les dents, on se sert de tranches très-minces et de pièces ramollies dans l'acide chlorhydrique. Les tranches fines ne peuvent s'obtenir que sur des dents jeunes et fraîches; sur les autres, l'émail tomberait en éclats. Au moyen d'une scie fine, on enlève une tranche convenable, longitudinale ou transversale, qu'on amincit ensuite, autant que possible, en l'usant sur une pierre à repasser. Cette tranche est nettoyée, puis polie entre deux lames de verre, jusqu'à ce que sa surface soit très-lisse et luisante; on la traite enfin par l'éther, pour la débarrasser des impuretés qui pourraient y adhérer. Quand une tranche est bien polie et desséchée, tous les

canalicules dentaires, toutes les cavités osseuses y sont remplies d'air, et sans lui faire subir d'autre préparation, on peut la conserver sous une lamelle de verre, qu'on fixe au moyen d'un vernis épais et très-siccatif. Les *tranches polies* de la sorte sont préférables à toutes les autres, car ces dernières, à cause de leur surface inégale, doivent être couvertes de divers liquides, tels que le baume du Canada, la térébenthine, etc., pour pouvoir être examinées à de forts grossissements. En effet, presque toujours une portion de ces liquides pénètre dans les canalicules dentaires; il en résulte que ces canalicules deviennent très-pâles et leurs branches les plus fines, peu distinctes ou invisibles. Les vernis ne peuvent servir qu'autant qu'ils sont très-épais. Pour amincir convenablement une lamelle d'une dent, on peut aussi la coller sur une plaque de verre au moyen du baume du Canada, l'user avec une lime et la polir d'abord sur une des faces, puis la détacher dans le baume chaud, la fixer par sa face polie et l'user sur l'autre. Cette tranche, traitée ensuite par l'éther et desséchée, devient aussi belle que si l'on ne s'était servi que d'eau. — Deux sections verticales par la partie moyenne de la dent, l'une d'avant en arrière, l'autre de droite à gauche, et plusieurs sections transversales à travers la racine et la couronne suffisent pour faire voir les particularités les plus importantes de la dent. Il faudrait cependant avoir aussi des tranches montrant la surface de la cavité dentaire et du cément, ainsi que celle de l'émail, des sections obliques et des sections transversales à travers les origines des canalicules de la racine, pour voir les anastomoses entre les branches de ces canalicules. Le *cartilage dentaire* s'obtient facilement en faisant macérer la dent dans l'acide chlorhydrique : le temps nécessaire pour cela varie suivant que l'on emploie cet acide plus ou moins concentré et qu'on le renouvelle plus ou moins souvent : il faut trois à quatre jours avec un acide fort, cinq à huit jours avec un acide faible. Si l'on veut avoir une dent entière tellement ramollie que les canalicules s'y séparent aisément, il faut la laisser macérer environ huit jours dans l'acide chlorhydrique concentré ; s'il ne s'agit que de tranches minces, il suffit de douze à vingt-quatre heures de traitement par l'acide sulfurique ou chlorhydrique, ou de quelques heures de macération dans la soude ou la potasse caustiques. Un procédé très-instructif consiste à plonger dans un acide des tranches minces d'une dent, et à les examiner de temps en temps, en les plaçant sur une lame de verre, jusqu'à ce qu'elles se désagrégent complétement. — Les prismes de l'émail s'isolent facilement lorsque cette substance est encore peu développée ; pour rendre visibles leurs stries transversales, on se sert d'acide chlorhydrique ; les sections transversales des prismes peuvent également se voir assez bien, dans certaines couches, sur des tranches longitudinales.

Les premières phases du développement ne peuvent être étudiées qu'avec la loupe ou le microscope simple, sur des embryons de deux, trois ou quatre mois : on fera d'abord durcir les parties dans l'alcool, ou dans l'acide chromique, puis on pratiquera sur elle des coupes transversales. La structure du sac dentaire et la texture des dents seront examinées sur des fœtus de quatre, cinq et six mois, et sur des enfants nouveau-nés : on peut se servir de préparations fraîches, ou bien, si l'on veut rechercher les connexions de l'organe adamantin, de pièces conservées dans l'alcool, liquide qui n'altère nullement les dents. Le germe des dents qui ont acquis tout leur développement s'obtient en les faisant éclater dans un étau ; les nerfs qui y pénètrent sont mis en évidence par l'addition de soude étendue.

Bibliographie des dents. — L. Frænkel, *De penitiori dentium humanorum structura observationes*. Vratislav., 1835. — A. Retzius, *Bemerkungen über den innern Bau der Zähne*, in *Müll. Arch.*, 1837. — J. Tomes, *A Course of Lectures on Dental Physiology and Surgery*. London, 1848. — R. Owen, *Odontography*. London, 1840-45, 1 vol. avec atlas de 150 planches, et art. TEETH, in *Cyclopædia of Anatomy*, IV, p. 864. — J. Czermak, *Beiträge zur microscopischen Anatomie der menschlichen Zähne*, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, 1850, t. II, p. 295. — Arnold, in *Salzburger med. Zeitung*, 1831, p. 236. — Raschkow, *Meletemata circa den-*

tium mammalium evolutionem. Vratislav., 1835. — Goodsir, in *Edinb. Med. and Surg. Journal*, 1838, N° XXXI, 1, et *Fr. N. Not.*, N°s 199, 200, 202, 203. — Marcusen, *Ueber die Entwickelung der Zähne der Säugethiere*, in *Bulletin phys. math.*, VIII, n° 20. Pétersbourg, 1850. — Huxley, in *Quart. Journal of Microsc. Scienc.*, III, p. 149; X, p. 127, et XIX, 1857. — Lent, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VI, 1er cah. — A. Pander, *De dentium structura*, Petrop., 1856, diss. — J. Tomes, in *Phil. Trans.*, 1856, p. 515, in *Quart. Journ. of Microsc. Scienc.*, XIV, XV, 1856. — Hannover, *Die Entwickel. und der Bau des Säugethierzahnes*, Breslau et Bonn, 1856 (extr. des *Nov. Act. Ac. Nat. Cur.*). — H. J. Halbertsma, *Bijdrage tot de Ziektekundige ontleedkunde der tanden*. Amsterd., 1856. — S. J. A. Salter, in *Micr. Journ.*, 1, p. 152 ; in *Guy's Hospital Reports*, 3e série, t. I ; in *Trans. of the Pathol. Society*, 1854 et 1855. — E. Magitot, *Études sur le développement et la structure des dents humaines*, Paris, 1858, et *Compt. rend.*, 1860, 27 févr. — N. Guillot, in *Ann. d. sc. nat.*, 2e série, t. IX, p. 277. — G. Rainey, in *Quart. Journ. of Microsc. Scienc.*, 1859, p. 212. — Jolly, in *Ann. des sc. nat.*, t. XI, 1859, p. 151. — Robin et Magitot, in *Journ. de la phys.*, p. 1, 300, 663 ; IV, 60 ; *Gaz. méd.*, 1860, nos 12, 16, 22 ; 1861, n° 2. — Fürstenberg, in *Müll. Arch.* 1857, I. — Hoppe, in *Virch. Arch.*, XXIV, p. 13. — Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XII, p. 455. — E. Neumann, *Zur Kenntniss d. Zahn und Knochengewebes*. Leipsig, 1863. — G. Waldeyer, *De dentium evolutione*. Wratisl., 1864 ; *Unters ü. d. erste Entw. d. Zähne*, 1re sect., Danzig, 1864. ; même travail, 2e sect., in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXIV, p. 169. — H. Hertz, in *Virch. Arch.*, t. XXXVII, p. 272. — L'*anatomie comparée* des dents est étudiée au point de vue histologique dans les ouvrages de Owen et de Retzius. Voyez, en outre : Erdl, in *Abhandlungen d. math.-phys. Klasse der Kön. Bayer. Akad.*, t. III, 2e division. — Tomes, in *Philos. Transactions*, 1849-50 (*Marsupialia* et *Rodentia*). — Agassiz, in *Poissons fossiles*. — Henle et J. Müller, *Systemat. Beschreibung der Plagiostomen*, 1838.

B. — Organes de la déglutition.

1. Pharynx.

§ 141. **Parties dont se compose le pharynx.** — Au niveau du pharynx, le canal intestinal commence à prendre une existence plus indépendante ; là, en effet, il présente une couche spéciale de muscles striés, les muscles *constricteurs* et *élévateurs*, lesquels toutefois ne lui fournissent pas une enveloppe complète, et s'insèrent encore, en grande partie, au squelette osseux. L'épaisseur des parois du pharynx, qui comporte 4,5 millimètres environ, en moyenne, dépend principalement de celle de cette couche musculaire, que double extérieurement une enveloppe fibreuse, composée de tissu conjonctif et de fibres élastiques, et qui est séparée, en dedans, de la muqueuse par une couche de tissu conjonctif sous-muqueux. La *muqueuse pharyngienne* est plus pâle que celle de la bouche ; elle présente une structure notablement différente, suivant qu'on en envisage la partie supérieure ou inférieure. En effet, au-dessous du pilier postérieur du voile du palais, c'est-à-dire dans la portion de cet entonnoir qui livre passage aux aliments, la muqueuse du pharynx est revêtue d'un *épithélium pavimenteux*, analogue, pour la structure et l'épaisseur, à celui qu'on trouve dans la cavité buccale ; plus haut, au contraire, c'est-à-dire à la face postérieure de la luette et du voile du palais, à partir du bord libre

de ce dernier, au pourtour de l'orifice des trompes d'Eustache et à la voûte du pharynx, la muqueuse présente un *épithélium vibratile*, semblable à celui des cavités nasale et laryngienne, et dont on trouvera plus loin la description. La muqueuse de cette portion supérieure ou *respiratoire* du pharynx est aussi plus rouge, plus épaisse et plus riche en glandes que celle de la portion inférieure, dont elle partage d'ailleurs complétement la structure, à cela près qu'elle est dépourvue de papilles. Il faut dire, cependant, que les papilles qu'on observe sur la portion œsophagienne de la muqueuse sont quelquefois très-peu développées et très-rares, et semblent même manquer d'une manière absolue. Comparée à la muqueuse buccale, la muqueuse pharyngienne renferme des fibres élastiques beaucoup plus nombreuses et plus fortes, lesquelles, dans les couches profondes, forment des membranes élastiques très-serrées.

Les *glandes du pharynx* sont de deux espèces, des *glandes muqueuses* ordinaires ou en grappe (voy. plus haut, § 180) et des *glandes folliculeuses*. Les premières ont $0^{mm},7$ à $2^{mm},2$ de diamètre et s'ouvrent par un orifice très-distinct; elles se trouvent surtout dans la portion supérieure du pharynx, où elles forment une couche continue sur la paroi postérieure de cet organe, au voisinage de l'ouverture de la trompe d'Eustache, et sur la face postérieure du voile du palais; à mesure qu'on descend vers l'œsophage, elles deviennent de plus en plus rares. Les *glandes folliculeuses* du pharynx se rencontrent à la voûte; elles sont simples, ou composées comme les amygdales. Là où la muqueuse adhère fortement aux os du crâne, j'ai trouvé *constamment* une couche glandulaire ayant jusqu'à 9 millimètres d'épaisseur, étendue d'un orifice tubaire à l'autre, et dont la structure ne diffère en rien de celle des tonsilles, si ce n'est toutefois que les glandes y ont des dimensions moindres (voy. § 132). Ces amas glandulaires, auxquels je donnerai le nom de *glandes folliculeuses du pharynx*, paraissent avoir été vus déjà par Lacauchie (*Traité d'hydrotomie*, 1853, pl. 11, fig. 10). C'est à la partie moyenne de la voûte du pharynx et dans les dépressions qui existent en arrière de l'orifice guttural de la trompe qu'elles offrent le plus de développement. Chez les personnes âgées, elles sont souvent distendues par une substance puriforme; chez les enfants et les nouveau-nés, elles sont le plus souvent hypérémiées, comme les tonsilles. Outre ces glandules, on trouve autour des orifices des trompes et sur ces orifices mêmes, au voisinage des ouvertures postérieures des fosses nasales, à la face postérieure du voile du palais, et sur les parois latérales du pharynx jusqu'au niveau de l'épiglotte et de l'ouverture supérieure du larynx, un nombre plus ou moins considérable de follicules de diverses grandeurs, qui ont la même structure que les follicules simples de la base de la langue.

La muqueuse pharyngienne est riche en *vaisseaux sanguins* et *lymphatiques*. Les premiers forment un réseau superficiel à mailles allongées, d'où s'élèvent des anses vasculaires dans les papilles rudimentaires de la membrane. Les *nerfs* sont très-nombreux; ils constituent un réseau su-

perficiel et un réseau profond ; le premier présente çà et là des fibres de 2 à 3 μ qui se bifurquent, et dont les terminaisons, d'après les recherches récentes de Billroth (*l. i. c.*), forment, chez l'enfant et chez les amphibies, *un réseau de fibres pâles*, analogue à celui que j'ai décrit dans la peau de la souris ; j'ai fait la même observation sur la grenouille. Chez la tortue, Billroth a rencontré des cellules ganglionnaires disséminées dans ce réseau ; il y a bien longtemps déjà que Renoult a trouvé de véritables ganglions dans le plexus pharyngien.

2. Œsophage.

§ 142. **Parties dont se compose l'œsophage.** — L'œsophage se distingue surtout par l'épaisseur de ses parois (3 à 4 millimètres); sa tunique la plus externe est une membrane fibreuse, formée d'un tissu conjonctif qui contient de très-belles fibres élastiques. Plus en dedans, se trouve une tunique musculeuse, qui a $0^{mm},5$ à 2^{mm} d'épaisseur, et formée d'une couche externe de fibres longitudinales d'un millimètre d'épaisseur, et d'une couche interne de fibres annulaires, qui mesure $0^{mm},5$ à $0^{mm},6$; ces deux couches superposées s'étendent du pharynx, où les fibres longitudinales prennent naissance par deux faisceaux qui se détachent du constricteur inférieur et par un faisceau qui s'insère au cartilage cricoïde, jusqu'à l'estomac, où elles se continuent en partie avec les fibres musculaires de cet organe. Sur le tiers supérieur de l'œsophage, jusqu'à son entrée dans le thorax, ces muscles sont striés, et forment des faisceaux de 90 à 540 μ de largeur, anastomosés quelquefois entre eux. Plus bas, des fibres lisses, analogues à celles de l'intestin (voy. plus bas) s'ajoutent aux fibres striées, et cela d'abord dans la couche annulaire, puis dans la couche longitudinale. Ces fibres lisses deviennent de plus en plus nombreuses vers l'estomac, de sorte que dans le quart inférieur de l'œsophage, elles l'emportent de beaucoup sur les fibres striées. Suivant Ficinus, ces dernières se retrouvent cependant jusqu'au cardia, assertion que démentent

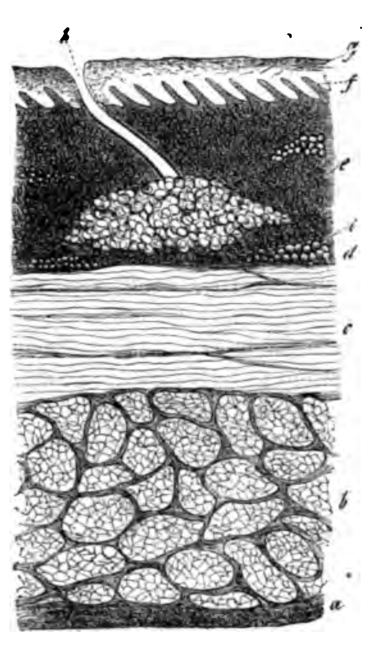


FIG. 270.

FIG. 270. — Section transversale de l'œsophage de l'homme, portion moyenne. Grossissement de 50 diamètres. *a*, tunique fibreuse ; *b*, fibres musculaires longitudinales ; *c*, fibres musculaires transversales ; *d*, tunique nerveuse ; *e*, fibres musculaires longitudinales de la muqueuse ; *f*, papilles ; *g*, épithélium ; *h*, orifice d'une glande muqueuse ; *i*, lobule de graisse.

les recherches de Welker et de Schweigger-Seidel sur quatre œsophages. Treitz assure que les fibres longitudinales naissent par des fibres élastiques qui s'insinuent entre les faisceaux des muscles striés. Un certain nombre de faisceaux longitudinaux se détachent de la surface de l'œsophage et se perdent, soit au milieu des fibres élastiques de la tunique externe, soit sur les organes voisins, notamment sur la paroi postérieure de la trachée, dans le médiastin gauche (*muscle pleuro-œsophagien* de Hyrtl), sur l'aorte, et sur la bronche gauche (*muscle broncho-œsophagien* de Hyrtl). En dedans, enfin, de la tunique musculeuse, et séparée d'elle par une couche lâche de tissu conjonctif blanchâtre (*tunique nerveuse* des anciens), se trouve la *membrane muqueuse*. D'un rouge pâle, blanchâtre en bas, elle a une épaisseur totale de $0^{mm},8$ à 1 millimètre, dont $0^{mm},22$ à $0^{mm},26$, reviennent à son *épithélium pavimenteux* stratifié, analogue à celui de la cavité buccale. La *membrane muqueuse* proprement dite mesure en moyenne $0^{mm},67$ en épaisseur ; elle est garnie de nombreuses *papilles* coniques, de 90 à 110 μ de longueur, et se compose de tissu conjonctif ordinaire, entremêlé de fibres élastiques fines, mais dans lequel j'ai trouvé aussi beaucoup de faisceaux longitudinaux de *fibres musculaires lisses*, ainsi que des groupes isolés de cellules adipeuses ordinaires et de petites *glandes muqueuses* en grappe. D'après Henle, la couche musculeuse de la muqueuse a $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$ d'épaisseur, et forme une couche distincte à la limite interne de la muqueuse.

L'œsophage renferme assez peu de *vaisseaux sanguins* et de *lymphatiques* ; les premiers fournissent une simple anse aux papilles, à la base desquelles ils forment un réseau assez lâche, comme dans le pharynx. On rencontre aussi dans la muqueuse œsophagienne un nombre assez considérable de *nerfs*, à tubes minces de 2,6 à 3,3 μ de largeur, qu'il m'a été impossible jusqu'ici de suivre jusqu'à leur terminaison. Mais j'ai pu mettre en évidence dans la muqueuse, sur la grenouille, les mêmes réseaux de fibres nerveuses pâles et à noyaux qu'on rencontre dans le pharynx. Dans la tunique musculeuse, on rencontre, chez le même animal, des fibres nerveuses analogues, qui, en se divisant, se répandent sur de grandes étendues, et se terminent enfin par des extrémités libres, de sorte que chaque fibre terminale pourvoit de nombreuses fibres cellules (*Würzb. nat. Zeitschr.*, t. III, p. 4). D'après Remak, il y a également des ganglions sur le trajet des nerfs de l'œsophage.

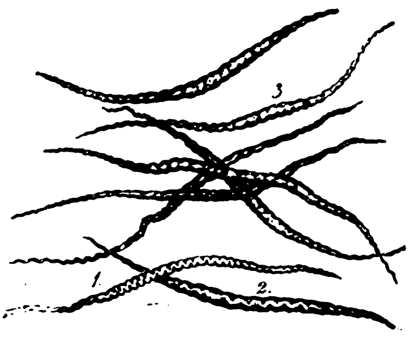


FIG. 271.

FIG. 271. — Fibres-cellules musculaires de la muqueuse œsophagienne du cochon, traitée par l'acide nitrique au 5°. — Grossissement de 150 diamètres.

Dans l'œsophage de l'oie se trouvent, d'après la découverte de Thiersch, de nombreux follicules solitaires, qui tous paraissent parfaitement délimités.

Bibliographie. — C. Th. Tourtual, *Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund-und Kehlkopfes.* Leipzig, 1846. — A. v. Szontägh, in *Sitzungsb. der Wien. Akad.*, mars 1856. — H. Welker et Schweigger-Seidel, in *Virch. Arch.*, XXI, 445. — Henle, *Splanchnologie.*

§ 143. **Structure générale de l'intestin.** — Les portions du canal intestinal qui appartiennent à l'intestin proprement dit sont les plus mobiles, ce qu'elles doivent à la disposition spéciale de leurs moyens d'union avec la cavité abdominale, tapissée par le péritoine, c'est-à-dire du *mésentère.* Sauf une petite portion du rectum, l'intestin a une paroi composée de trois tuniques, une membrane séreuse, ou le *péritoine*, une membrane *musculeuse*, formée de deux ou même trois couches, et une *membrane muqueuse.* Celle-ci contient dans son épaisseur une énorme quantité d'*organes glandulaires*, qu'on peut diviser en trois groupes : *glandes muqueuses en grappe*, *glandes tubuleuses* et *follicules clos.*

§ 144. **Péritoine.** — Le feuillet externe ou pariétal du péritoine est notablement plus épais que son feuillet interne ou viscéral (90 à 130 μ pour le premier, et 45 à 67 μ pour le second); mais ils ont tous deux la même structure, et se composent principalement de faisceaux diversement entrecroisés de tissu conjonctif, et de réseau de fibres élastiques, plus abondantes dans le feuillet pariétal. Un tissu conjonctif *sous-séreux*, très-lâche et plus ou moins graisseux, unit le péritoine aux organes sous-jacents et les diverses lames du péritoine entre elles, comme dans le mésentère; ce tissu est peu développé sous le feuillet viscéral, si ce n'est dans quelques régions (côlon, appendices épiploïques); quelquefois il semble faire complétement défaut, comme dans certains ligaments péritonéaux. La face libre des deux feuillets du péritoine est recouverte d'une couche simple d'épithélium pavimenteux, dont les cellules polygonales, légèrement aplaties, ont en moyenne 22 μ de diamètre, et se joignent si exactement que la face libre de la séreuse paraît complétement lisse; l'état d'humidité dans lequel elle se trouve sans cesse, lui donne un aspect luisant.

Chez l'homme, comme chez les animaux (voy. p. 87), le péritoine contient des faisceaux de *fibres musculaires lisses;* mais autant que nous sachions, ces faisceaux sont bornés presque exclusivement aux organes génitaux de la femme (voy. ci-dessous), et ne se voient, en dehors de ces organes, que dans la valvule iléo-cæcale (Luschka).

Les *vaisseaux sanguins* du péritoine sont peu nombreux, d'une manière générale : ce sont les épiploons et le feuillet viscéral qui en renferment le plus; puis vient le tissu sous-séreux. On y rencontre aussi un certain nombre de *vaisseaux lymphatiques*, qui, au diaphragme, s'ouvrent par des *orifices spéciaux*, en forme de fente (voy. plus loin, le système lymphatique), dans la cavité de la séreuse (v. Recklinghausen). Sur l'intestin,

on ne trouve, d'après Auerbach, de vaisseaux lymphatiques dans l'enveloppe séreuse que dans une bande large de 0mm,5 à 6 millimètres le long du bord mésentérique ; ces lymphatiques doivent être considérés comme un terrain intermédiaire entre les vaisseaux du mésentère et ceux de l'intestin. Les *nerfs* sont tout aussi rares dans le péritoine que les vaisseaux ; on en a trouvé, cependant, accompagnant les artères, dans l'épiploon, le mésentère, sur le diaphragme, dans les ligaments de la rate et du foie : ceux de ces deux derniers organes provenaient du nerf phrénique (Luschka).

§ 145. **Tunique musculeuse de l'intestin.** — Toutes les portions du canal intestinal comprises entre l'estomac et le rectum sont pourvues d'une tunique musculeuse distincte, mais qui n'est pas partout disposée de la même façon.

A l'*estomac*, la tunique musculeuse n'a pas la même épaisseur dans toutes les régions ; très-mince au niveau du grand cul-de-sac (0mm,5 à 0mm,7), elle mesure environ 1 millimètre d'épaisseur à la partie moyenne de l'estomac, tandis que dans la région pylorique, elle atteint 1mm,6 et même 2 millimètres. Cette tunique se compose de trois couches, qui toutefois sont loin d'être complètes. 1° Superficiellement, on rencontre des *fibres longitudinales*, dont les unes résultent de l'épanouissement d'une portion des fibres longitudinales de l'œsophage et s'étendent du cardia au pylore, le long de la petite courbure, tandis que les autres se perdent sur la paroi antérieure, la paroi postérieure de l'estomac et sur la face supérieure du grand cul-de-sac ; sur la moitié droite de l'estomac, on trouve aussi des fibres longitudinales indépendantes, qui vont en ligne droite vers le duodénum. 2° Les *fibres circulaires* se montrent depuis le côté droit du cardia jusqu'au pylore ; en ce dernier point, elles sont très-développées, et forment ce qu'on a appelé le *sphincter pylorique*. 3° Les *fibres obliques*, enfin, sont les plus profondes (fig. 272) ; continues avec certaines fibres circulaires spéciales, elles forment sur le grand cul-de-sac des sortes d'anses embrassant ce dernier ; sur la face antérieure et la face postérieure de l'estomac, elles se dirigent obliquement vers la grande courbure, où une portion d'entre

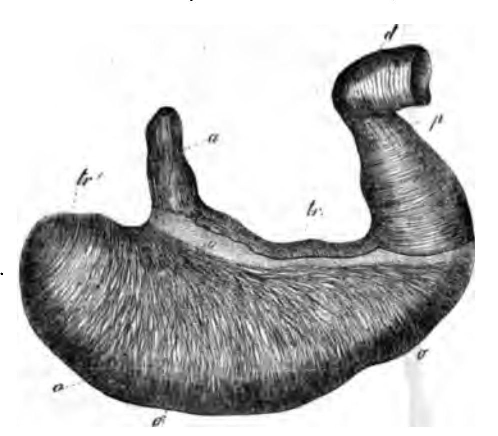


FIG. 272.

FIG. 272. — Estomac de l'homme, réduit. *a*, œsophage avec ses fibres longitudinales : *tr*, fibres transversales (2e couche), enlevées en grande partie ; *tr'*, fibres transversales du grand cul-de-sac ; *o*, fibres obliques ; *p*, pylore ; *d*, duodénum.

elles s'insèrent par des tendons élastiques (Treitz) à la face externe de la muqueuse, tandis que les autres se continuent entre elles (voy. les excellentes figures de Bonamy et Beau, III, pl. 14).

Sur l'*intestin grêle*, la tunique musculeuse est un peu plus épaisse dans le duodénum et dans les portions supérieures que dans les portions inférieures; elle a, en général, 0^{mm},3 à 0^{mm},5 d'épaisseur, et ne se compose que de fibres longitudinales et de fibres circulaires. Les premières sont toujours beaucoup moins développées et ne forment point une couche continue; car au voisinage du mésentère, elles sont fort rares ou même manquent complétement. C'est près du bord libre de l'intestin qu'elles sont ordinairement le plus distinctes; mais même là, elles s'enlèvent facilement avec la séreuse, de sorte qu'on tombe immédiatement sur la seconde couche. Celle-ci est complète; elle contribue à former la valvule de Bauhin, mais n'entre point dans la composition des valvules conniventes, et se compose de faisceaux annulaires, qu'il n'est pas rare de voir s'anastomoser à angle aigu. Le muscle *suspenseur du duodénum* de Treitz est un muscle lisse qui naît du bord supérieur de la troisième portion du duodénum et se termine par des tendons élastiques dans le tissu conjonctif serré qui entoure l'artère cœliaque, en envoyant quelques faisceaux au pilier interne du diaphragme (*loc. cit.*, pl. 11); il a jusqu'à 4 centimètres de longueur, et environ de 22 à 27 millimètres d'épaisseur.

Sur le *gros intestin*, les fibres longitudinales sont réunies en trois bandes musculeuses ou *ligaments du côlon*, qui commencent au cæcum et se confondent sur l'*S* iliaque en deux faisceaux, situés l'un à droite, l'autre à gauche, lesquels, unis à des fibres indépendantes, constituent la couche musculeuse longitudinale du rectum. Cependant, d'après Henle, il existe aussi de minces faisceaux longitudinaux entre les trois bandes du côlon. Au-dessous de ces bandes, se trouve une couche continue de fibres circulaires, couche plus mince que celle de l'intestin grêle, et développée surtout au niveau des duplicatures connues sous le nom de *plis sigmoïdes*.

Le *rectum* est pourvu d'une couche musculeuse de 2^{mm},2 d'épaisseur et plus, dont les fibres extérieures sont longitudinales et les internes circulaires. Les fibres circulaires qui entourent l'extrémité inférieure du rectum constituent le *sphincter interne*, auquel sont unis le *sphincter externe* et le *releveur de l'anus*, deux muscles striés. Les fibres longitudinales, d'après Treitz, se terminent par des tendons élastiques, dont les uns s'insèrent

FIG. 273.

FIG. 273. — Fibres cellules musculaires de l'intestin grêle de l'homme.

sur les aponévroses du bassin, et dont les autres traversent le sphincter externe de l'anus et se perdent dans le tissu conjonctif sous-cutané de la région anale. Malgré cette disposition, la couche des fibres musculaires longitudinales se renforce au-dessous de l'aponévrose pelvienne, ce qui tient, d'après Treitz, à ce que de nouvelles fibres longitudinales naissent de cette aponévrose, de l'élévateur de l'anus, et du coccyx (*M. recto-coccygien,* Treitz); quelques-unes de ces fibres se mêlent aux fibres circulaires internes. Quant au *sphincter de Nélaton,* Treitz et Kohlrausch affirment qu'il n'existe pas.

Relativement à leur *structure élémentaire*, les muscles de l'intestin proprement dit appartiennent tous à la catégorie des *muscles lisses* ou *non striés* (*végétatifs* ou de la *vie organique*) (voy. § 29). Les éléments, ou *fibres-cellules* qui les composent, ont une longueur de $0^{mm},13$ à $0^{mm},5$ (dans l'estomac, Snellen [*Ned. Lanc.*, 5e année, p. 309] trouva aux fibres musculaires $0^{mm},35$ à $0^{mm},55$ de longueur; dans l'intestin, Moleschott les vit longues de $0^{mm},15$ à $0^{mm},5$), et qui renferment un noyau dont la longueur est de 13 à 27 μ, et la largeur de 2,2 à 6 μ. Ce noyau, d'après Lehmann, cesse d'être visible sur des muscles qui ont séjourné dans l'eau ; suivant Henle, il disparaît sans laisser de traces sitôt la putréfaction commencée. Ces deux circonstances me paraissent tenir à ce que *les noyaux s'échappent très-facilement de l'intérieur des fibres-cellules*, de sorte qu'on les trouve toujours en grand nombre libres à côté des cellules. Beaucoup de ces fibres portent des renflements noueux, quelquefois aussi des inflexions en zigzag qui donnent souvent aux faisceaux une apparence striée en travers : cet aspect se rencontre surtout sur les préparations qui ont séjourné dans l'alcool.

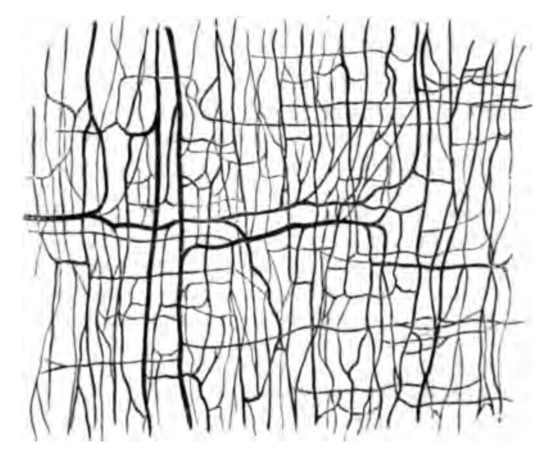


FIG. 274.

Les *vaisseaux sanguins* de ces muscles lisses sont très-nombreux ; leurs

FIG. 274. — Vaisseaux sanguins des muscles lisses de l'intestin grêle, d'après une pièce injectée de Gerlach. — Grossissement de 45 diamètres.

capillaires ont de 6,7 à 9 μ de largeur et forment un réseau à mailles rectangulaires fort caractéristique. Des *lymphatiques* ont également été découverts récemment dans la tunique musculeuse par L. Auerbach. Ils présentent des *capillaires interfasciculaires* (Auerbach) de 12 à 20 μ, qui, dans la couche de fibres longitudinales, ne forme ordinairement qu'une seule couche, dans la couche de fibres annulaires, plusieurs couches de canaux anastomosés en réseau, et ils s'ouvrent dans un réseau de vaisseaux plus larges, situé entre les deux couches musculeuses (réseau interlaminaire, Retzius) qui, au niveau du bord adhérent de l'intestin, fournit des canaux de décharge vers le mésentère. Quant aux *nerfs* de l'intestin, c'est également L. Auerbach qui a fait cette découverte très importante que la tunique musculeuse de tout l'intestin, depuis le pylore, renferme un *riche réseau nerveux, avec de nombreux ganglions microscopiques*. Ce *plexus myentérique* (Auerbach) s'étend entre la couche musculeuse longitudinale et la couche annulaire, et envoie une foule de ramuscules dans l'une et l'autre couche, tandis que ses rameaux plus gros se continuent avec les nerfs de la muqueuse, dont il sera traité dans le paragraphe suivant.

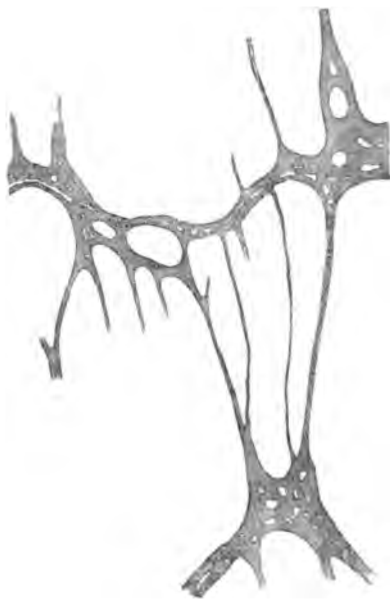


FIG. 275.

Le *plexus ganglionnaire* d'Auerbach est une des parties les plus merveilleuses de tout le système nerveux, si riche en formes admirables, et celui qui l'a découvert mérite les plus grands éloges. Peu après avoir reçu la communication préliminaire d'Auerbach, j'ai examiné l'intestin de l'homme au point de vue de ce réseau, et j'ai pu *m'assurer de l'exactitude de tout ce qui a été avancé par cet investigateur.* La figure 275, représentant une portion de ce réseau chez un enfant, me dispensera d'en décrire la disposition générale, qui, malgré ses diversités, offre cependant quelque chose de caractéristique et de stable, que la figure reproduit fidèlement. Ce qui est remarquable et ce qui, à mon avis, ne se retrouve nulle part ailleurs, c'est la *disposition plexiforme*, tant des ganglions du plexus que des rameaux nerveux qui les unissent entre eux. Comme les masses ganglionnaires et les fascicules de fibres nerveuses plexiformes sont tous très-plats, comme Auerbach le fait remarquer avec raison, il s'ensuit naturellement que les ganglions et les nerfs paraissent fenêtrés, de telle façon, cependant, que dans les premiers, les trous sont de diverses largeurs et ont une forme arrondie, tandis que dans les seconds, ils sont plus égaux et allongés. Relativement à la structure intime du plexus, je crois, avec Auerbach, qu'il faut

FIG. 275. — Portion du plexus ganglionnaire d'Auerbach d'un enfant. Grossissement de 30 diamètres. On y voit trois grosses masses ganglionnaires fenêtrées et un certain nombre de filaments nerveux qui les unissent entre eux ; de ces filaments, les deux plus gros présentent également de nombreux trous.

admettre que de nombreuses fibres nerveuses naissent dans son intérieur ; je me suis assuré également de l'existence de cellules unipolaires, sans pourtant être à même de nier la présence de cellules à prolongements multiples, attendu que la recherche du véritable état des cellules présente ici de plus grandes difficultés que sur d'autres points. Les rameaux qui relient les ganglions entre eux, offrent souvent des cellules ganglionnaires sur leur trajet, et constituent fréquemment de véritables ganglions longs et étroits ; le plus souvent, cependant, les cellules n'envahissent qu'une étendue plus ou moins grande de leurs extrémités, tandis que la portion moyenne des rameaux n'est composée que de fibres nerveuses pâles. Ces fibres semblent au premier abord, comme l'indique Auerbach, avoir 4,5 à 6,7 μ de largeur ; mais je crois m'être assuré qu'elles sont formées de *faisceaux* de fibrilles extrêmement fines, dont chacun naît d'une cellule. Dans les rameaux nerveux et dans les ganglions, on remarque, en outre, de nombreux noyaux elliptiques ou fusiformes, qui peut-être, cependant, appartiennent toutes à de petites cellules fusiformes, et qui, avec un peu de substance conjonctive homogène, représentent un tissu d'enveloppe pour les divers segments plus ou moins considérables du plexus. En beaucoup de points, on voit des prolongements très-ténus du plexus, ayant 2,2 à 4,5 μ de largeur, se perdre entre les fibres musculaires, et bien que je n'aie pu encore suivre leur distribution comme dans les muscles pharyngiens de la grenouille (v. § 141), je ne doute point cependant qu'ils se comportent exactement de même.

§ 146. **Muqueuse de l'intestin.**— La muqueuse intestinale tout entière, à partir de l'estomac, se compose de plusieurs couches, savoir : 1° le *tissu conjonctif* sous-muqueux ; 2° la *couche musculeuse de la muqueuse* ; 3° la *muqueuse proprement dite*, et 4° l'*épithélium*.

La *couche sous-muqueuse* consiste en un tissu conjonctif ordinaire, avec des fibres élastiques fines assez nombreuses ; elle contient, en outre, une quantité notable de cellules de substance conjonctive, généralement fusiformes ou étoilées, rarement arrondies, et çà et là de petits amas de cellules adipeuses. Dans la *muqueuse proprement dite*, ce tissu fait place à une substance conjonctive homogène, sans éléments élastiques, et dans laquelle, à part les fibres musculaires, les nerfs et les vaisseaux, on ne trouve d'autres éléments morphologiques que des réseaux de cellules de substance conjonctive ; dans les mailles de ce réseau, on aperçoit un nombre tantôt minime, tantôt considérable de cellules arrondies, analogues aux corpuscules lymphatiques, de sorte que ce tissu peut être rangé avec plus ou moins de certitude à côté de ceux que j'ai désignés sous le nom de *substance conjonctive réticulée ou cytogène*. Tout en dedans, c'est-à-dire vers l'épithélium, le tissu de la muqueuse s'épaissit en une couche *membraneuse* tantôt continue, tantôt percée de petits trous, comme dans les villosités de certains animaux (voy. ci-dessous), et qui ne peut être considérée comme une membrane distincte, aussi peu que la membrane limitante correspondante des follicules de l'intestin, de la rate, etc.

La *musculeuse de la muqueuse*, bien décrite d'abord par Brücke, est composée par places de deux couches, en d'autres régions, d'une seule couche dont la direction est longitudinale, et présente partout des cellules fusiformes, à noyau unique, conformées comme celles de la tunique musculeuse. Outre cette couche, la muqueuse elle-même renferme

des fibres musculaires lisses, qui peuvent même s'étendre jusque dans les éminences ou villosités qui paraissent à sa surface.

L'*épithélium* de tout l'intestin, à partir du cardia, est un épithélium cylindrique en couche simple; il a environ 22 μ d'épaisseur. Les cellules qui le composent se distinguent par leur contenu riche en mucus, et sont les agents principaux de la sécrétion muqueuse de l'intestin.

Parmi les autres parties constituantes de la muqueuse, les *petites glandes utriculaires* ont partout leur siége dans la muqueuse proprement dite, au-dessus de la couche musculeuse. Dans le tissu sous-muqueux, au contraire, se rencontrent en premier lieu les *glandes en grappe*, là où elles existent, en second lieu, les *follicules isolés* ou *agminés*, dont les sommets, néanmoins, proéminent fréquemment jusqu'au-dessous de l'épithélium.

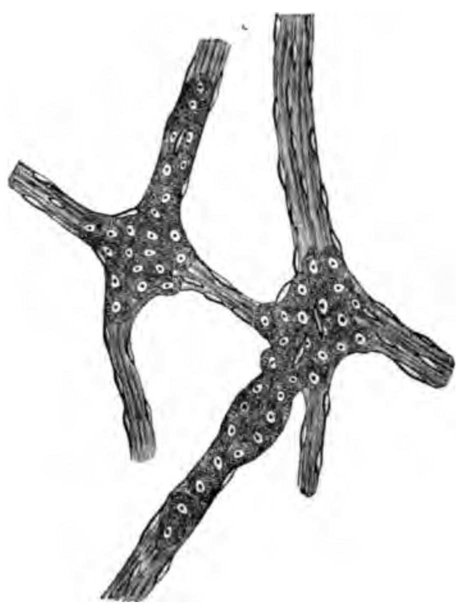


Fig. 276.

La muqueuse intestinale est riche en *vaisseaux* de l'une et de l'autre espèce, et quant aux *nerfs*, Meissner a fait, en 1857, cette belle découverte que toute la couche sous-muqueuse des mammifères et de l'homme, depuis l'estomac jusqu'à l'anus, renferme un riche plexus nerveux avec ganglions nombreux, observation qui, depuis, a été confirmée par Billroth et puis aussi par Reverk, Maus, W. Krause, Kollmann, Breiter et Frey, malgré les assertions contradictoires de Reichert et de Hoyer. Pour plus de détails, voyez les mémoires en question. Je me bornerai ici aux remarques suivantes : [le plexus de Meissner, bien que se continuant avec le plexus d'Auerbach, en diffère cependant au point de vue de la disposition anatomique, en ce qu'il paraît ne présenter que des ganglions d'un certain volume et des nerfs, et non point des parties percées en arrosoir. En outre, les ganglions et les petits troncs nerveux sont notablement plus fins. Par contre, les masses ganglionnaires allongées et les cellules ganglionnaires isolées y sont plutôt plus fréquentes que dans le plexus d'Auerbach. La structure intime est la même que celle de ce dernier; au point de vue

Fig. 276. — Portion du plexus de Meissner de la couche sous-muqueuse d'un enfant. Grossissement de 350 diamètres. On y voit deux ganglions, dont les cellules se prolongent en partie dans les nerfs efférents. Dans ceux-ci, les particules fusiformes ne sont pas des noyaux, mais bien des corpuscules de substance conjonctive.

de la grande fréquence des cellules unipolaires, j'adopte complétement l'opinion de Manz; je crois aussi m'être assuré de l'existence de fibres nerveuses très-fines, sans noyaux. Les prolongements de ce plexus semblent presque exclusivement destinés à la couche musculeuse de la muqueuse; mais on voit aussi quelques ramuscules isolés pénétrer dans la muqueuse elle-même, où je n'ai point encore aperçu de ganglions. Sur la *grenouille*, je trouve dans la muqueuse de l'intestin grêle un *réseau terminal de filaments pâles, très-fins, garnis de noyaux d'espace en espace*, réseau analogue à celui qu'*on trouve dans la muqueuse buccale et dans la peau.*

La structure spéciale que présentent la plupart des régions de la muqueuse intestinale, chez les mammifères, le tissu conjonctif rétiforme ou cytogène (substance adénoïde, His) qui compose cette muqueuse, ont été, pour la première fois, décrits par His et envisagés comme un fait général. Mais les cellules lymphoïdes de cette muqueuse avaient été signalées depuis longtemps par moi (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 170), et par Virchow, plus tard aussi par Henle, et les corpuscules de tissu conjonctif anastomosés en réseau ont été décrits par Heidenhain, Wiegandt et Rindfleisch; d'autre part, Basslinger avait fait sur l'oie, et W. Krause sur divers animaux, des communications qui s'éloignaient très-peu des données de His. Krause se sert aussi du mot d'*infiltration lymphatique ou par des corpuscules lymphatiques* des tissus pour désigner la substance cytogène, libre ou non, contenue dans les follicules de l'intestin, désignation, on peut le dire aujourd'hui, qui va trop loin, mais qui marque nettement la manière dont Krause envisage le fait. A l'appui des données de His, vinrent ensuite les recherches de Schmidt, qui (§ 132) démontrent l'existence de substance conjonctive cytogène dans la muqueuse buccale et pharyngienne. Le même tissu se rencontre aussi, d'après les communications de Henle, dans l'œsophage, et exceptionnellement dans l'estomac. Les réseaux de la substance conjonctive cytogène sont formés, contrairement à l'opinion de Henle, de cellules anastomosées, dont les noyaux, dans beaucoup de cas, sont conservés et extrêmement distincts; sur des sections de l'intestin de la grenouille, le carmin et l'or les mettent rapidement en évidence (voy. Wiegandt, fig. II). Pour la structure de la muqueuse intestinale chez les vertébrés de toutes les classes, voyez Eberth (*Würzb. Verh.*, V). Cet anatomiste trouve les réseaux des cellules de ma substance conjonctive rétiforme, tantôt avec des cellules lymphoïdes (substance conjonctive cytogène), tantôt sans cellules (grenouille), et aussi du tissu conjonctif plus dense (carpe), parfois mélangé de tissu cytogène (tortue).

§ 147. **Structure de la muqueuse stomacale.** — La muqueuse de l'estomac est molle et lâche, d'un gris rougeâtre ou même rose pendant la digestion, excepté dans une zone de 2 centimètres de largeur qui entoure le pylore et quelquefois dans une petite région voisine du cardia; en dehors de la période digestive, la muqueuse a une teinte grisâtre. A l'état de vacuité de l'estomac, elle présente à sa face interne des plis longitudinaux, qui s'effacent par la distension. On voit, en outre, surtout dans la partie pylorique, autour des orifices des follicules ou glandes à pepsine, de petites plicatures anastomosées en réseaux ou même de simples villosités (*plicæ villosæ*, Krause), qui ont 54 à 100 et même 220μ de hauteur. Assez souvent aussi la muqueuse stomacale présente, surtout dans la portion droite, de légères dépressions séparées par des saillies linéaires qui divisent sa surface en un grand nombre de polygones. Cette disposition,

qui constitue l'*état mamelonné* des anatomo-pathologistes, peut se rencontrer d'ailleurs sur des estomacs parfaitement sains. C'est au cardia que la muqueuse de l'estomac a le moins d'épaisseur; elle n'y mesure que 0^{mm},37 à 0^{mm},56; à la partie moyenne de l'estomac, elle atteint jusqu'à 1 millimètre, et dans la portion pylorique, jusqu'à 1^{mm},6 et 2^{mm},2 d'épaisseur. Ces différences tiennent uniquement à celles que présente la couche glandulaire, car l'épithélium et la couche musculeuse de la muqueuse ont sensiblement la même épaisseur partout. Le tissu sous-muqueux de l'estomac est très-abondant, et renferme, comme partout, quelques cellules adipeuses.

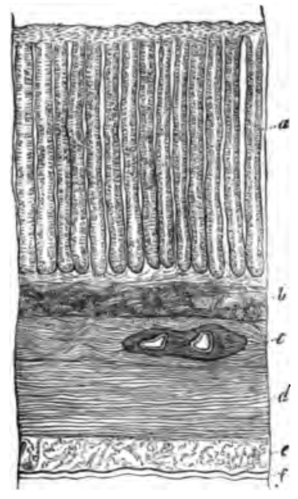


FIG. 277.

Dans un cas, Henle trouva toute la surface d'un estomac normal garnie de villosités de 150-200 μ de longueur. Cet auteur ne considère pas l'état mamelonné comme se rattachant aux follicules solitaires de la muqueuse stomacale, comme Freund l'avance à tort; il semble admettre que cet état ne se présente que dans l'estomac contracté, ce qui est contraire à mes observations.

§ 148. **Glandes stomacales.** — Les glandes de l'estomac se divisent en *glandes tubuleuses* et en *glandes en grappe*. Les premières sont de beaucoup les plus nombreuses; d'après la conformation de leur épithélium et la constitution de leur produit de sécrétion; elles se subdivisent en deux sections, les *glandes à suc gastrique* et les *glandes muqueuses* de l'estomac.

Les plus importantes, incontestablement, sont les glandes à suc gastrique, appelées aussi *glandes à pepsine;* elles sont caractérisées par des cellules glandulaires arrondies, sécrétant la pepsine et se présentant sous la forme d'*organes utriculaires, tantôt simples, tantôt composés.* Les premiers ont leur siége dans la partie moyenne de l'estomac, celle qui rougit pendant la digestion; très-serrées les unes contre les autres, elles occupent toute l'épaisseur de la muqueuse, qu'elles traversent en ligne droite; elles ont donc, suivant les régions de l'estomac, 0^{mm},4 à 2^{mm},2 de longueur. Ces glandes commencent toujours, plusieurs à la fois, au fond de petites excavations superficielles de la muqueuse, tapissées par un épithélium cylindrique, et qu'on peut à peine ranger dans la catégorie des glandes; elles forment à ce niveau des tubes cylindriques de 67 à 90 μ de largeur, qui se rétrécissent vers la profondeur jusqu'à 31 et 45 μ, et se ter-

FIG. 277. — Section perpendiculaire des tuniques de l'estomac du porc, au niveau du pylore. Grossissement de 30 diamètres. *a*, glandes muqueuses; *b*, couche musculeuse de la muqueuse; *c*, tissu sous-muqueux avec les vaisseaux coupés en travers; *d*, couche des fibres musculaires transversales; *e*, couche des fibres musculaires longitudinales; *f*, tunique séreuse.

inent par un renflement en forme de bouteille ou de massue. Un caictère distinctif des glandes à suc gastrique, c'est l'existence de *sinus t saillies arrondies*, qui, en général, sont surtout marquées dans la *portion oyenne* de la glande, mais qui se rencontrent également dans leur tiers iférieur (fig. 278, et *Mikr. Anat.*, fig. 221, 222). Ce tiers inférieur de la lande, au voisinage du pylore surtout, est en général onduleux, queluefois même contourné en tire-bouchon; souvent aussi il se divise en eux branches très-courtes, d'autres fois les deux tiers inférieurs sont arnis de petits appendices en cæcum simples ou multiples. Chaque landule de l'estomac se compose d'une *membrane propre* très-mince, qui ontient dans sa cavité des cellules à noyau polygonales, pâles, finement

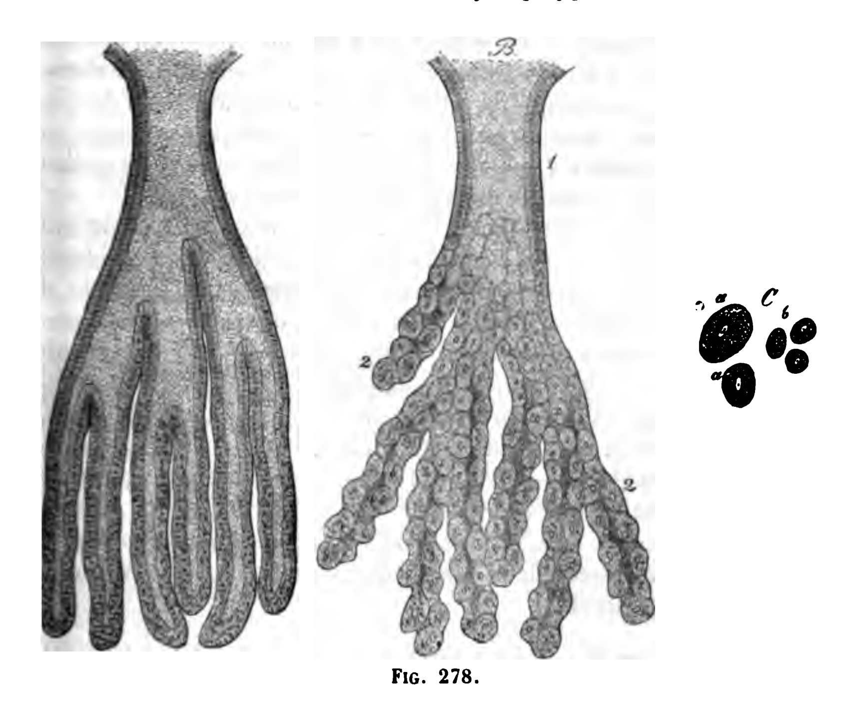


Fig. 278.

granulées, et mesurant de 13 à 22μ en diamètre. Ces cellules, qu'on a ommées *cellules à pepsine*, remplissent généralement toute la cavité de la lande; elles ont plutôt les caractères des protoblastes, et sont toujours plus distinctes et plus nettement limitées dans la portion moyenne de la glande qu'à ses extrémités, qui souvent ne présentent rien qu'un protoplasme finement granulé, avec des noyaux. Tout semble indiquer qu'au

Fig. 278. — Glandes composées de l'estomac de l'homme. Grossissement de 100 diamètres. — A, glande muqueuse de la partie pylorique de l'estomac. — B, glande à suc gastrique de la région cardiaque. 1, conduit excréteur commun (*stomach cell*, Todd-Bowman); 2, utricules simples, garnis en A de cellules épithéliales cylindriques, en B de cellules à pepsine. — C, cellules à pepsine, grossies 350 fois. *a*, grosses cellules; *b*, cellules plus petites.

moment de la sécrétion, il se fait une active production de cellules; une circonstance qui concorde avec cette hypothèse, c'est qu'on trouve toujours dans le mucus gastrique une foule de cellules à pepsine plus ou moins dissoutes. Les glandes à suc gastrique ont-elles parfois une lumière distincte, comme je l'avais admis autrefois? C'est ce qu'il faudra rechercher plus tard. Les dispositions particulières que j'ai cru autrefois avoir constaté chez le chien méritent également un nouvel examen (*Mikr. Anat.*, fig. 222, CD).

Les *glandes utriculaires composées* (fig. 278, B) de l'estomac se rencontrent dans une zone étroite près du cardia. Elles sont formées, à leur origine, par un canal de 90 à 180 μ de longueur sur 67 à 90 μ de largeur, tapissé à son intérieur de cellules épithéliales cylindriques (*stomach cell's*, Todd et Bowman), lequel se divise pour ainsi dire subitement en deux ou trois, puis en quatre à sept utricules cylindriques, à peu près de même longueur, et garnis ou remplis de cellules à pepsine, utricules qui descendent jusque dans la couche la plus profonde de la muqueuse. Outre ces glandes, dont les cellules à pepsine renferment très-souvent de petites molécules de graisse, on trouve aussi quelques glandes simples.

Les *glandes muqueuses* (fig. 278, A) de l'estomac ne se rencontrent que dans la zone pylorique : ce sont des utricules composés, ressemblant exactement aux glandes précédentes quant à la forme fondamentale, si ce n'est que les utricules et toutes leurs parties sont plus volumineux. Mais les *cellules à pepsine y font complétement défaut;* les utricules terminaux, *parfaitement cylindriques,* sont remplis de courtes cellules cylindriques, dans la plupart desquelles on trouve des granulations graisseuses, de même que dans la région du cardia. Bruch, Donders et Frey ont signalé de petites *glandes en grappe* dans l'estomac de l'homme, et récemment Cobelli a avancé que ces glandes existent normalement près du pylore, principalement sous la forme de 5-7 rangées longitudinales, et tout à fait dans l'épaisseur de la muqueuse, circonstance qui avait déjà été mentionnée par Bruch.

Les *glandes muqueuses* de l'estomac humain paraissent soumises à de nombreuses variations. Henle et Maier ont trouvé chacun un cas dans lequel les glandes pyloriques renfermaient également des cellules à pepsine ; Gerlach, dans la même région, rencontra un mélange de glandes à pepsine et de glandes muqueuses.

Chez les animaux, comme Todd et Bowman l'ont montré d'abord sur le chien, Donders et moi sur beaucoup d'autres mammifères, les glandes de l'estomac sont partout de deux espèces : des *glandes muqueuses*, à épithélium cylindrique, et des *glandes à pepsine*, à cellules analogues à celles qu'on rencontre chez l'homme. On trouvera la description détaillée de quelques-unes des formes de ces glandes dans mon *Anatomie microscopique* (II, 2, p. 140 et suiv.). et dans Donders (*loc. cit.*).

Les *deux formes de glandes de l'estomac répondent à deux produits de sécrétion, dont les effets sont bien distincts* : cette vérité, sur laquelle Wasmann avait le premier attiré l'attention, a été mise hors de doute par moi (*Mikr. Anat.*, II, 2) et par Donders (*loc. cit.*). Chez le *chien*, on trouve des glandes à épithélium cylindrique près du pylore; partout ailleurs, ce sont des glandes à cellules arrondies; il en est de même chez les *ruminants*, le *cheval*, le *lièvre*, le *chat* et le *lapin*. Chez le *cochon*,

au contraire, ces dernières glandes n'existent qu'à la partie moyenne de l'estomac, particulièrement près de la grande courbure. Une série de digestions artificielles, que j'ai faites avec le docteur Goll (de Zürich), en me servant de préférence de la muqueuse stomacale du cochon, m'a conduit à ce résultat positif que les glandes se comportent d'une manière toute différente, relativement à leur pouvoir dissolvant; que celles qui contiennent des cellules rondes, *digèrent en très-peu de temps* les substances protéiques légèrement acidifiées, tandis que les glandes à cellules cylindriques n'ont aucune action sur les mêmes substances, ou ne produisent qu'un *effet minime après un temps très-long*. De même aussi la portion de la muqueuse gastrique qui est le siége de la première espèce de glandes, présente seule une réaction acide bien franche. Ces faits ont été vérifiés également sur l'homme par Donders et par moi. Le principe actif, de nature organique, la *pepsine*, réside dans les cellules granulées arrondies des glandes à pepsine : il peut en être extrait au moyen de l'eau pure, mais surtout de l'eau légèrement acidulée : ces cellules méritent donc le nom de *cellules à pepsine*, que leur a donné Frerichs.

Le *mucus gastrique* forme un enduit plus ou moins épais sur toute la muqueuse; il est, en général, plus abondant au niveau des glandes muqueuses. Todd et Bowman, les premiers, ont avancé (t. II, 1847, p. 192) avec raison que ce mucus provient des cellules cylindriques de la surface et des glandes muqueuses de l'estomac. Ce fait a été vérifié plus tard par Donders et par moi. Ou bien le mucus transsude à travers les cellules, ou bien il est mis en liberté par les cellules qui éclatent. On voit souvent, en effet, un grand nombre de cellules rompues à la surface de l'estomac. Dans ce dernier cas, qui ne se présente point pour les glandes elles-mêmes, comment se fait la régénération de l'épithélium? On ne le sait guère. Il est probable que les cylindres, avant d'être éliminés, se divisent dans le sens transversal, et que le segment externe est seul expulsé : très-souvent, en effet, on trouve deux noyaux dans une même cellule. Peut-être aussi les cellules évacuent-elles leur mucus sans se détacher, ainsi que l'admettent Tood et Bowman, et cela en se perçant à leur extrémité libre d'une ouverture, qu'effectivement on rencontre très-fréquemment sur les cellules éliminées (voy. les dernières communications de F. E. Schultze).

§ 149. **Muqueuse stomacale proprement dite.** — Les glandes, avons-nous dit, constituent la masse principale de la muqueuse stomacale; le tissu qui les sépare ne forme une couche continue, dense et rougeâtre, que vers le fond des culs-de-sac : c'est la *couche musculeuse de la membrane muqueuse*, qui a de 50 à 100 μ d'épaisseur (Brücke), et qui se compose de faisceaux entrelacés de tissu conjonctif ordinaire et de fibres musculaires lisses. Ces dernières s'entrecroisent dans deux directions principales; chez le cochon, et aussi chez l'homme, elles pénètrent même entre les glandes et dans les plis villeux. On trouve de plus, entre les glandes, des vaisseaux et une substance conjonctive amorphe, sans fibrilles élastiques, qui forme à la surface de la muqueuse une couche transparente tout à fait homogène, la membrane amorphe des auteurs. Celle-ci se continue avec la membrane propre des diverses glandules, mais ne peut être isolée comme elle.

La surface interne tout entière de l'estomac, à partir du cardia, où l'épithélium pavimenteux de l'œsophage se termine par un bord net et dentelé, est recouverte d'une simple couche de cellules cylindriques, qui ont en moyenne 2,2μ de longueur; ces cellules reposent immédiatement sur la couche externe et homogène de la muqueuse, et, contrairement à

l'assertion de Henle (*Splanchn.*, p. 155), ne présentent d'interruption en aucun point. Suivant Fr. H. Schultze, elles manquent de membrane à leur face libre (*l. i. c.*). Les cellules de l'*épithélium cylindrique* de l'estomac adhèrent très-solidement, pendant la vie, avec la membrane muqueuse; cette union n'est point telle, cependant, que les influences mécaniques auxquelles est sujet l'épithélium de l'estomac ne puissent de temps en temps en détacher quelques éléments. Après la mort, la séparation est si facile que ce n'est que dans des cas excessivement favorables qu'on peut voir, chez l'homme, les cellules *in situ*.

Outre les glandes en tube, la muqueuse de l'estomac contient, mais non d'une manière constante, un nombre très-variable de *follicules clos*, appelés aussi *glandes lenticulaires* ; ces follicules ont tous les caractères des follicules solitaires de l'intestin grêle ; c'est pourquoi nous ne les décrirons point ici. Chez les animaux (le cochon, par exemple), on trouve même dans l'estomac de petites plaques de Peyer.

Les *vaisseaux sanguins* de la muqueuse gastrique sont très-nombreux et distribués d'une manière toute spéciale (voy. la fig. 209, représentant les vaisseaux du gros intestin, dont la disposition est presque la même). Les *artères*, à peine arrivées dans le tissu conjonctif sous-muqueux, se divisent de façon à n'envoyer que des ramuscules très-ténus dans la muqueuse, où. se résolvant peu à peu en capillaires, elles s'élèvent verticalement et en grand nombre entre les glandes, et forment autour d'elles un réseau de capillaires de 4,5 à 6,7 μ de diamètre, réseau qui s'étend jusqu'à l'orifice des glandes. Là, les réseaux de toutes les glandes communiquent ensemble et forment dans toute l'étendue de la muqueuse un réseau superficiel de capillaires un peu plus gros (9 à 18 μ), et dont les mailles polygonales circonscrivent les orifices glandulaires. Ce réseau est plus ou moins serré, suivant la largeur des intervalles entre les glandes et suivant la présence ou l'absence de saillies sur ces espaces ; mais jamais il ne semble composé de simples anneaux vasculaires. C'est de ce réseau que naissent, par des radicules multiples, des *veines* plus larges et plus éloignées les unes des autres que les artères ; elles traversent la couche glandulaire sans recevoir d'autres ramuscules, et se rendent à la face externe de la muqueuse, où elles s'abouchent, souvent à angle droit, avec un réseau veineux lâche, à vaisseaux horizontaux, occupant le tissu sous-muqueux. Cette disposition permet d'expliquer comment l'estomac peut être le siége à la fois d'une sécrétion abondante

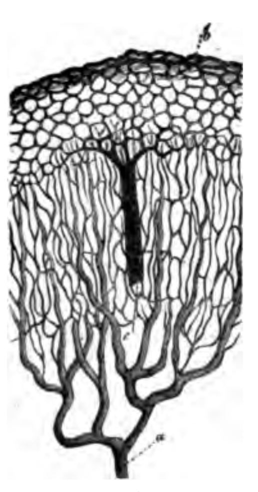


FIG. 297.

FIG. 279. — Vaisseaux du gros intestin d'un chien, vus sur une coupe verticale de la muqueuse. *a*, artère ; *b*, réseau capillaire de la surface et orifices des glandes ; *c*, veine ; *d*, réseau capillaire qui entoure les glandes dans l'épaisseur de la muqueuse.

par les capillaires profonds) et d'une résorption active (par les réseaux superficiels). On peut, avec Henle, attribuer un rôle à ce réseau capillaire veineux dans l'échange de gaz qui a lieu dans l'estomac ; mais il ne faut pas, comme lui, nier l'absorption qui a lieu par ces vaisseaux.

Les *lymphatiques de l'estomac* forment dans la muqueuse deux réseaux, l'un superficiel et fin, l'autre profond et large, qu'on ne peut voir que lorsqu'ils ont été injectés. Le premier de ces réseaux, d'après Teichmann, s'étend sous le fond des glandes à pepsine, au-dessus de la couche musculeuse de la muqueuse, de sorte que les portions supérieures de la muqueuse sont totalement dépourvues de lymphatiques ; ses vaisseaux ont de 30 à 50μ de diamètre. Le second réseau siége dans le tissu sous-muqueux. Les radicules, en nombre si considérable, qui proviennent de la muqueuse, se distinguent très-facilement dans le tissu sous-muqueux sur les gros mammifères tués pendant la digestion ; on les voit aussi très-bien se réunir en rameaux plus considérables et perforer enfin la tunique musculeuse au voisinage des courbures de l'estomac. En outre, la séreuse possède, d'après Teichmann, ses radicules lymphatiques propres, disposées en réseau. — Les *nerfs de l'estomac* proviennent de la neuvième paire et du grand sympathique. Remak (*Amtl. Ber. d. Naturf. Vers. in Wiesbaden, im Jahre* 1852, p. 183; *Müll. Arch.*, 1858, p. 190) a découvert, et ses observations ont été confirmées et étendues par Meissner et par Billroth, que ces nerfs portent sur leur trajet de nombreux petits ganglions (chez la grenouille et la salamandre d'eau, Billroth trouva aussi dans la muqueuse de l'estomac les réseaux de fibres nerveuses pâles et très-fines signalés plus haut) : ils peuvent être poursuivis jusque dans le tissu sous-muqueux et dans la couche musculeuse de la muqueuse ; plus loin, ils se dérobent complétement à la vue, ce qui s'explique principalement par cette circonstance que, dans l'épaisseur de la muqueuse, les nerfs ne se composent plus de fibres à bords foncés, mais seulement, très-vraisemblablement, de tubes embryonnaires pâles.

Dans la membrane propre des glandes gastriques, Henle a trouvé des cellules étoilées spéciales, qu'il déclare être des cellules nerveuses (*Splanchn.*, p. 46, fig. 28). Comme Henle dit avoir rencontré des cellules analogues dans la mamelle et dans la parotide, il est probable qu'il ne s'agit ici et là que de corpuscules de tissu conjonctif. A cette manière de voir correspondent également les observations de Eberth sur des éléments analogues trouvés dans la membrane propre des glandes tubuleuses de l'intestin (*Würzb. nat. Zeitschr.*, V, p. 31).

C. — MUQUEUSE DE L'INTESTIN GRÊLE.

§ 150. Structure de cette muqueuse. — La *muqueuse de l'intestin grêle*, quoique plus mince que celle de l'estomac, est plus complexe dans sa structure, car, outre les *glandes en tube* ou de *Lieberkühn*, elle présente un nombre très-considérable de *plis* permanents et de *villosités*, des *follicules clos* spéciaux, formant ce qu'on appelle les *glandes solitaires* et les *plaques*

de Peyer, et enfin des *glandes de Brunner*, qui ont leur siége dans le tissu sous-muqueux du duodénum.

La *membrane muqueuse* proprement dite est formée exclusivement, ainsi qu'il résulte surtout des dernières recherches de His, à part sa couche musculeuse, de substance conjonctive cytogène (substance adénoïde, His), c'est-à-dire d'un réseau de cellules étoilées (corpuscules de tissu conjonctif) ou de fibres issues de ces cellules et de nombreuses cellules analogues aux corpuscules lymphatiques et contenues dans les mailles de ce réseau (voy. §§ 23 et 146). Dans l'épaisseur des villosités et dans la profondeur de la muqueuse, ce réseau ou réticulum est assez lâche; vers la surface, les cellules sont plus serrées, et à la surface elle-même, elles sont recouvertes d'une couche mince et transparente, qu'il n'est pas possible d'isoler en lame distincte, et qui ne semble être qu'un épaississement de la substance fondamentale du réticulum. Excepté les régions où se trouvent certaines glandes, la muqueuse ne possède que très-peu de *tissu sous-muqueux*: aussi adhère-t-elle assez intimement à la tunique musculeuse; ce tissu est composé de tissu conjonctif lâche ordinaire. La face interne de la muqueuse est recouverte d'un *épithélium cylindrique*, sur lequel nous nous étendrons en parlant des villosités; à sa face externe, cette membrane est séparée du tissu sous-muqueux par une couche très-mince de *fibres musculaires lisses*, disposées dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. Cette couche, que Brücke a vue le premier, atteint à peine 38 μ d'épaisseur; chez l'homme, elle est quelquefois si peu développée qu'elle est très-difficile à reconnaître.

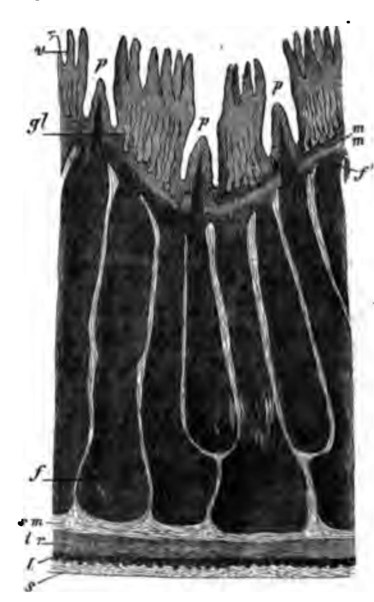


FIG. 280.

§ 151. **Villosités.** — Les *villosités de l'intestin grêle* (*villi intestinales*) sont de petites élevures blanchâtres, encore visibles à l'œil nu, qu'on observe à la face interne de la muqueuse, sur les valvules conniventes et dans leurs intervalles, dans toute l'étendue de l'intestin grêle, depuis le pylore jusqu'au bord libre de la valvule iléo-cæcale, et cela en nombre si prodi-

FIG. 280. — Section à travers la paroi de la portion inférieure de l'iléon du veau. Grossissement de 20 diamètres. *v*, villosités; *pp*, fossettes du fond desquelles s'élèvent de courtes papilles ou villosités et dans lesquelles proéminent les sommités des follicules de Peyer; *gl*, glandes de Lieberkühn; *mm*, couche musculeuse de la muqueuse; *f*, follicule de Peyer; *f'*, portions supérieures, confluentes de ces follicules; *sm*, tissu sous-muqueux, portion profonde; *tr*, couche de fibres musculaires transversales; *l*, fibres musculaires longitudinales; *s*, séreuse. D'après une coupe durcie dans l'alcool absolu et conservée dans la glycérine diluée.

ieux qu'elles donnent à la muqueuse cet aspect velouté que tout le
ionde connaît. C'est dans le duodénum et dans le jéjunum qu'elles sont
plus nombreuses (50 à 90 sur 1 ligne carrée) ; elles diminuent beaucoup
ans l'iléon (40-70 par ligne carrée, ou 18-31 par millimètre carré). Celles
u duodénum sont courtes et larges, et ressemblent à des plis ou des
imes ; elles ont $0^{mm},2$ à $0^{mm},5$ de hauteur, et $0^{mm},3$ à 1^{mm}, et même
$^{mm},6$ de largeur. Les villosités du jéjunum sont, en général, coniques ou
platies, quelquefois lamelleuses, cylindriques, en massue ou filiformes;
s trois dernières formes prédominent dans l'iléon. La longueur des villo-
ités varie entre $0^{mm},5$ et 1^{mm}, leur largeur entre $0^{mm},2$ et $0^{mm},4$ ou même
$^{mm},09$; l'épaisseur, dans celles qui sont aplaties, est de $0^{mm},1$.

Les villosités sont formées d'une portion interne, dépendance de la mu-
queuse, et d'un revêtement *épithélial*. La première, ou *villosité proprement
ite*, a la même forme que la villosité tout entière ; ce n'est autre chose



Fig. 281.

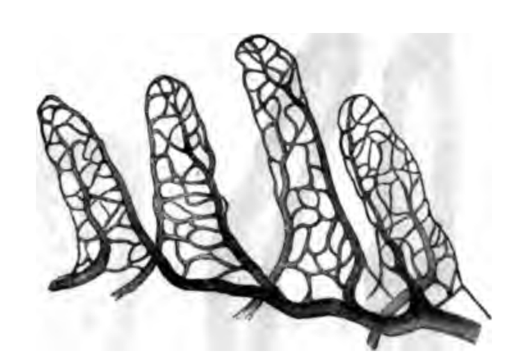


Fig. 282.

qu'un prolongement de la muqueuse, pourvu de vaisseaux sanguins et lymphatiques et de muscles lisses, et dont le tissu fondamental, analogue à celui de la muqueuse en général, est formé de substance conjonctive cytogène. Il est à remarquer que les cellules lymphati-
ques de cette substance contiennent assez fréquemment, chez l'homme, des
granulations graisseuses, et, dans des cas pathologiques, un pigment bru-
nâtre ou jaunâtre. Les *vaisseaux sanguins des villosités* (fig. 282) sont telle-
ment nombreux qu'une bonne injection, l'épithélium étant enlevé, les

Fig. 281. — Villosité intestinale d'un jeune chat, dépouillée de son épithélium et traitée
par l'acide acétique. Grossissement de 350 diamètres. *a*, ligne de contour de la villosité;
b, d, noyaux et cellules de la substance conjonctive cytogène de la surface et de l'intérieur
de la villosité ; *c*, noyau des muscles lisses.

Fig. 282. — Vaisseaux de quelques villosités de la souris. D'après une injection de Ger-
lach. — Grossissement de 45 diamètres.

colore tout entières, et que sur les animaux vivants ou récemment tués, chaque villosité apparaît comme un point rouge entouré d'une ligne claire. Chez l'homme, chaque villosité renferme un réseau fourni par une, deux ou trois petites artères de 22 à 35 μ de largeur ; ce réseau, formé de capillaires qui ont 6 à 11 μ, se compose de mailles étroites, circulaires ou allongées, et se trouve situé immédiatement au-dessous de la couche homogène la plus extérieure de la substance fondamentale. Le sang sort de la villosité par une *veine* de 47 μ de largeur, qui n'est pas, comme chez les animaux, la continuation directe de l'artère, recourbée en anse ; elle résulte de la convergence graduelle des vaisseaux les plus fins vers un tronc unique, et conduit assez directement le sang dans les veines qui rampent dans le tissu sous-muqueux.

Quant à la disposition des *chylifères* dans les villosités, celles qui sont

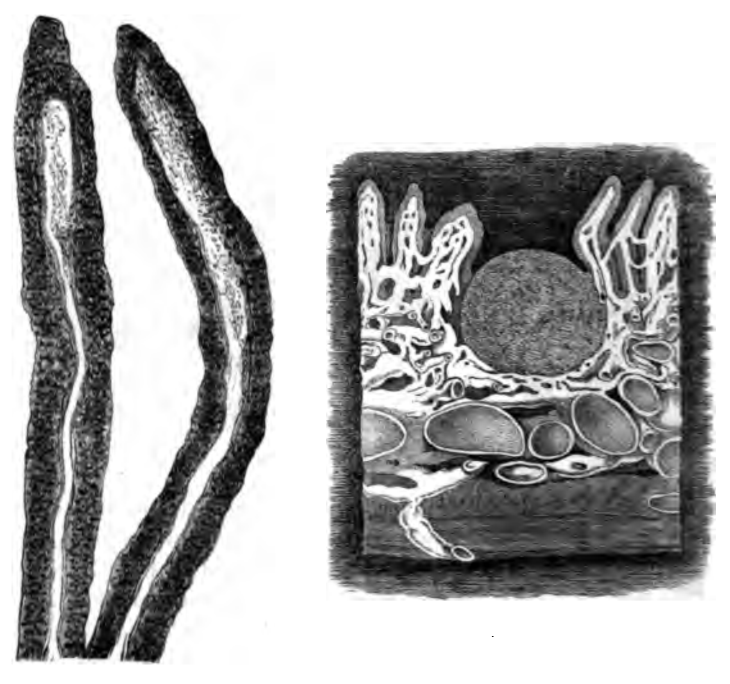


FIG. 283. FIG. 284.

étroites, particulièrement les villosités cylindriques ou filiformes, n'ont, en général, qu'un seul vaisseau chylifère central; tandis que dans les villo-

FIG. 283. — Deux villosités du veau sans épithélium, avec un chylifère dans leur intérieur, traitées par la soude étendue, et grossies 350 fois.

FIG. 284. — Portion d'une plaque de Peyer du mouton, avec chylifères injectés, d'après Teichmann. Grossissement de 20 diamètres. On y voit des villosités intestinales avec leurs chylifères et un réseau profond à vaisseaux étroits et à canaux plus larges. Un des follicules de la glande ne présente pas de chylifères.

sités foliacées, il y a deux petits vaisseaux, et même trois ou quatre, comme Brücke l'a constaté sur un écureuil et sur un rat. Ces vaisseaux forment un réseau, d'après les observations de Hyrtl sur les oiseaux, de Teichmann sur le mouton. Chez l'homme, ce dernier observateur n'a trouvé généralement qu'un seul vaisseau de 27 à 36μ de largeur, dont l'extrémité était distante de 30 à 50μ du sommet de la villosité; plus rarement il y avait deux vaisseaux unis en anse au sommet de la villosité, jamais davantage. Mais il est à remarquer que Teichmann a négligé d'examiner précisément les villosités les plus larges de l'homme. Frey a vu aussi, chez l'homme, 3 ou 4 vaisseaux unis entre eux, soit par des anses, soit par des anastomoses transversales, et W. Krause a même trouvé, dans quelques cas rares, un appendice réticulé de ces canaux, avec quelques prolongements en cæcum. Ces chylifères des villosités, qu'en raison de leur fort calibre on peut à peine ranger parmi les capillaires, ont des parois très-minces, consistant uniquement en un épithélium formé de cellules aplaties, que v. Recklinghausen a vu le premier et que j'ai pu observer, ainsi que His et Auerbach. Dans l'iléon du veau, qui a servi à faire la figure 285, les cellules épithéliales mesurent 50 à 74μ; mais probablement le vaisseau, distendu par le nitrate d'argent, est plus large que normalement.

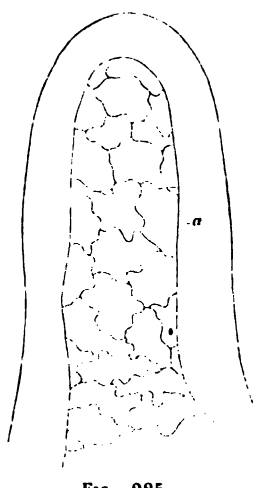


FIG. 285.

Outre ces éléments, les villosités contiennent à leur partie centrale, comme Brücke l'a découvert, et autour du vaisseau lymphatique une couche mince de *fibres musculaires lisses*, formée de fibres-cellules étroites et très-délicates (fig. 281) qui, dans les cas favorables, sont très-évidentes, même chez l'homme, et, d'après mes observations, pénètrent dans la profondeur en passant entre les glandes de Lieberkühn, pour se continuer avec la couche musculeuse de la muqueuse. D'après Moleschott, les fibres cellules des villosités ont en moyenne 40μ, et cet observateur prétend avoir vu aussi de ces éléments dirigés en travers, observation que personne n'a pu répéter. Ce sont ces muscles qui déterminent le raccourcissement des villosités, qui est très-évident immédiatement après la mort (fig. 214), que Lacauchie a observé le premier, et qui, d'après Brücke, peut se voir également sur des animaux vivants; ce raccourcissement, très-probablement, exerce une influence considérable sur la progression du chyle et du sang veineux dans les villosités, la contraction pendant la vie étant admise. Nous ne savons

FIG. 285. — Villosité de l'iléon du veau, avec épithélium du chylifère central rendu visible par une injection de nitrate d'argent. Dans l'épithélium, quelques lamelles complémentaires, qui certainement ne sont pas des stigmates. Grossissement de 300 diamètres.

rien des *nerfs* des villosités. Quant aux ganglions situés dans la paroi de l'intestin grêle, voy. les §§ 145 et 146.

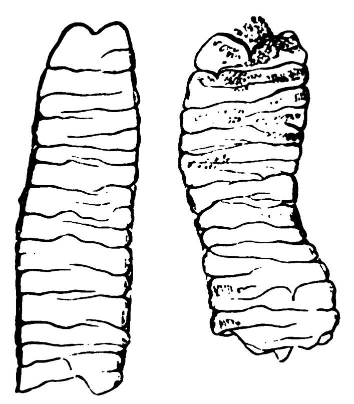


Fig. 286.

L'*épithélium des villosités*, ainsi que du reste de la muqueuse intestinale, est uni très-intimement, pendant la vie, aux parties profondes, dont il ne se détache qu'accidentellement, par suite de maladies; mais il tombe très-facilement sur le cadavre et ne peut être vu que sur des lambeaux d'intestin très-frais. Il consiste partout en une simple couche de cellules cylindriques, légèrement rétrécies à leur extrémité inférieure. Ces cellules ont 22 à 26μ de longueur et 6 à 9μ de largeur, et renferment ordinairement un noyau clair, vésiculaire, ovalaire, à un ou deux nucléoles, et des gra-

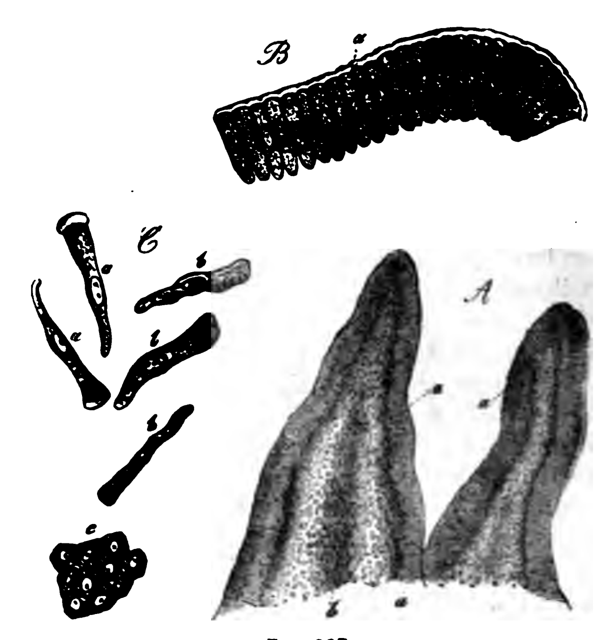


Fig. 287.

Fig. 286. — Deux villosités intestinales du chat, en état de contraction. — Grossissement de 60 diamètres.

Fig. 287. — A, deux villosités du lapin, avec leur épithélium. Grossissement de 75 diamètres. *a*. épithélium; *b*, tissu de la villosité. — B, série de cellules épithéliales, grossies 300 fois. *a*, membrane soulevée par l'eau. — C, cellules épithéliales isolées, grossies 350 fois. *a*, dont la membrane est soulevée; *b*, sans membrane soulevée; *c*, quelques cellules vues de face.

nulations très-fines. Pendant la vie, ces cellules, dont le caractère chimique principal est de contenir beaucoup de mucine, sont unies entre elles d'une manière si intime que, même après la mort, on ne voit pas d'abord, ou l'on ne voit qu'indistinctement leurs contours, quand on les examine de profil; vues d'en haut, au contraire, elles figurent une véritable mosaïque. Les cellules ne deviennent très-distinctes que lorsqu'elles se détachent de la muqueuse, ce qui, en général, a lieu de telle façon que des séries entières, voire même le revêtement complet d'une villosité, s'enlève comme la *coiffe* d'un fruit de mucinée.

J'ai démontré, en 1855, que la paroi libre de ces cellules est marquée de stries perpendiculaires, qui sont très-probablement des canalicules très-fins. Cette paroi libre, loin de faire défaut, comme Brücke l'a annoncé autrefois, est au contraire notablement plus épaisse que le reste de la membrane de cellule, et représente une sorte de bourrelet transparent, que Henle avait constaté depuis longtemps, et qui, considéré dans une série de cellules ou sur les villosités entières, figure une enveloppe amorphe spéciale, analogue à une cuticule. Ce bourrelet, vu de profil, présente de fines stries; vu de face, il offre des points très-rapprochés, qui m'ont paru des canalicules capillaires, en rapport avec les fonctions physiologiques de l'épithélium, en particulier avec l'absorption de la graisse.

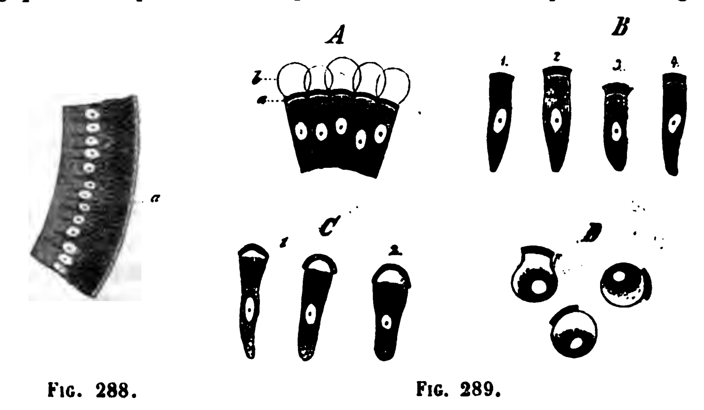


FIG. 288. FIG. 289.

Funke et Donders partagent mon avis. Le premier de ces observateurs avait constaté en même temps que moi cet aspect strié des cylindres

FIG. 288. — Portion de l'épithélium d'une villosité du lapin, plongée dans l'albumine étendue. Le liséré épithélial strié *a*, se montre avec sa longueur normale; mais sa limite interne est moins nette, puisque les cellules sont remplies de molécules graisseuses. Grossissement de 350 diamètres.

FIG. 289. — A. Cellules épithéliales des villosités intestinales traitées par l'eau, qui commence à agir sur elles. Les parois épaissies et striées *a*, les cellules sont très-nettes et semblent légèrement gonflées. De chaque cellule est sortie une goutte transparente du contenu *b*. — B. Cellules isolées détachées spontanément des villosités traitées par l'eau. — 1 et 2, cellules à paroi striée et gonflée. — 3, cellule analogue à une période plus avancée, simulant parfaitement une cellule à cils vibratiles. — 4, cellule à bordure gonflée, sur laquelle il n'y a point de stries visibles. — C. Cellule analogue, à paroi épaissie et soulevée par l'action commençante de l'eau.

d'épithélium sur l'intestin du lapin, sans toutefois en discerner la véritable signification.

Les bourrelets poreux des cellules épithéliales et les cellules elles-mêmes sont altérés d'une manière spéciale par l'eau. Le premier effet de ce liquide sur ces éléments consiste ordinairement dans l'apparition, à la surface de l'épithélium, de gouttes transparentes (fig. 289, A), dont chacune répond à une cellule, gouttes qui ne sont autre chose que le contenu cellulaire, c'est-à-dire principalement le *mucus*, qu'on doit considérer comme la portion essentielle du contenu des cellules épithéliales. L'action de l'eau est-elle plus profonde, il n'est pas rare de voir les enveloppes de la face libre des cellules se soulever en forme de dôme, tandis que le contenu cellulaire en est écarté par l'eau qui a pénétré dans la cellule (fig. 289, C). Souvent, sur de telles cellules, la membrane soulevée est détruite, et alors elles sont perforées d'ouvertures distinctes, à travers lesquelles le contenu cellulaire tout entier finit par s'échapper. D'autres fois, les cellules se gonflent peu à peu, en prenant des formes diverses, pour devenir ensuite sphériques, éclater et se détruire. Les membranes épaissies et poreuses de la base de la cellule participent à ces modifications, en ce qu'elles se gonflent également et par là deviennent plus nettement striées. Ce gonflement a-t-il atteint un certain degré, le bourrelet tout entier, comme *je l'ai montré*, se décompose comme un faisceau de poils ou bâtonnets très-fins, de manière à ressembler à une bordure de cils vibratiles; enfin ces cils eux-mêmes se détachent, mais la cellule reste close, même sur cette face, par une pellicule très-mince, ce qui prouve que le bourrelet poreux appartient à la catégorie des exsudations cellulaires.

Ce fait renverse aussi l'interprétation de Brettauer et Steinach, qui prétendent que les bourrelets poreux sont composés de petits cylindres ou bâtonnets, unis directement au contenu cellulaire, sans membrane interposée. L'existence d'une membrane à ce niveau, et conséquemment l'occlusion complète des cellules, sont d'ailleurs démontrées aussi par ce fait que tantôt ces couvercles épaissis des cellules se soulèvent tout seuls et se détachent du contenu, et tantôt les cellules *in toto* se gonflent en particules sphériques, ce qui serait impossible si le contenu cellulaire était à nu dans une région, et s'il s'y continuait directement avec les prétendus bâtonnets. Quelquefois aussi il arrive que les bourrelets striés de plusieurs cellules se soulèvent ensemble, sans que ces cellules soient ouvertes; la même chose se voit dans les formations cuticulaires.

Je dois ici mentionner une disposition sur laquelle l'attention a été particulièrement éveillée dans ces derniers temps, bien qu'elle ait été signalée depuis longtemps par moi (*Mikr. Anat.*, II, p. 169, ligne 233; et *Würzb. Verh.*, VI, p. 270, pl. IV, fig. 9) et par Donders (*Med. Lancet*, 1852-53, p. 548). Il paraît qu'on rencontre constamment dans l'intestin grêle très-frais, et aussi dans l'estomac et dans le gros intestin, au milieu des cylindres d'épithélium ordinaires, d'autres cellules en proportions diverses, d'un

aspect différent, qui manifestement avaient déjà été observées par Gruby et Delafond, et qui ont reçu d'eux le nom d'*epithelium capitatum*. Ces cellules, que j'appellerai *cellules glandulaires* de l'épithélium (fig. 290), sautent immédiatement aux yeux par leur aspect foncé, quand on examine la surface d'une villosité fraîche; elles sont en général en massue, de forme élancée, mais se gonflent facilement et deviennent alors des particules plus grosses, en forme de calice (cellules en calice, Henle; vacuoles, Letzerich). Quand on examine attentivement ces cellules, on en distingue de diverses formes. Toutes ont un contenu spécial, qui, à l'état frais, est *homogène*, légèrement jaunâtre, et d'un *brillant particulier*, mais qui, sous l'influence de l'eau, des acides, etc., devient immédiatement *granuleux* et occupe plutôt la portion supérieure de la cellule, sous la forme d'un corpuscule plus ou moins volumineux. Le noyau est généralement simple ou double; quelquefois cependant il fait défaut, à moins qu'il ne soit caché dans la masse du contenu. Au niveau de leur base, ou bien les cellules sont percées d'ouvertures, que j'ai figurées déjà depuis nombre d'années (fig. 290, 5), ou bien elles sont closes, et alors tantôt sans bourrelet épaissi, et tantôt comme garnies des restes de ce bourrelet, figurés par des saillies en forme de cheville. En somme, ce qui me paraît encore le plus vraisemblable, c'est que, comme nous l'avons déjà dit, Donders et moi, il s'agit ici d'un phénomène spécial de formation et de régénération qui se passe dans l'épithélium normal. Les cellules reçoivent deux noyaux, puis crèvent et évacuent un des noyaux avec une portion du contenu, tandis que le reste sert à régénérer la cellule. La portion évacuée est un protoblaste à noyau, sans membrane; peut-être toutes les prétendues *cellules muqueuses* du mucus intestinal proviennent-elles de semblables cellules. Il est probable que ces cellules versent également au dehors une portion plus fluide de leur contenu; peut-être aussi, après s'être munies d'orifices, restent-elles ouvertes un certain temps, pour servir temporairement comme organe sécréteur très-simple. Dans d'autres cas, ces cellules rompues, au lieu de se régénérer, pourraient se détruire.



Fig. 290.

Le mucus qui, sur le cadavre, revêt la surface intestinale, n'est autre chose, en grande partie, que le contenu devenu libre, des cellules épithéliales, lequel, en absorbant de l'eau, se gonfle en une croûte épaisse, dans laquelle on rencontre toujours beaucoup d'enveloppes de cellule déchirées

Fig. 290. — Cellules glandulaires de l'épithélium qui tapisse la muqueuse de l'intestin grêle chez le lapin. Grossissement de 400 diamètres (*Mikr. Anat.*, II, 2, et *Würzb. Verh.*, VI). — 1, cellule à un noyau et à contenu grenu, avec un petit cône à sa face libre. — 2, cellule sans noyau, présentant comme un reste de cuticule à sa face libre. — 3, cellule à deux noyaux, séparés par une substance grenue. — 4, cellule à un noyau, présentant comme une petite ouverture à sa base. — 5, cellule à un noyau, avec contenu volumineux et ouvertures à sa base.

et vides. La sécrétion muqueuse normale a lieu dans l'intestin grêle comme dans l'estomac, si ce n'est que les cellules ne tombent point et paraissent, en général, évacuer leur mucus sans se rompre.

La question des chylifères des villosités, qui avait reçu des solutions si diverses (voy. *Mikr. Anat.*, II, 2, et *Handb.*, 4[e] édition), parait enfin être vidée, au moins à un certain point de vue, attendu que nous savons que ces vaisseaux, comme v. Recklinghausen l'a indiqué le premier (*Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe*, p. 16 et 70), sont formés d'un simple tube épithélial. Les doutes que précédemment j'avais cru devoir maintenir (4[e] édit.) relativement aux assertions de v. Recklinghausen, se sont évanouis, grâce à nos vues différentes sur la structure des capillaires lymphatiques et sanguins, et naturellement je ne pourrai plus, maintenant qu'il est démontré que la paroi propre des capillaires lymphatiques des larves de grenouille est composée de cellules épithéliales, soutenir contre v. Recklinghausen que ces vaisseaux manquent d'un revêtement épithélial. Du reste, les observations de v. Recklinghausen sur les vaisseaux centraux des villosités ne sont pas difficiles à vérifier (voy. ci-dessus), et His (*Zeitschr. f. w. Zool.*, XIII, p. 463, pl. XXIV, fig. 13) et Auerbach (*Virch. Arch.*, t. XXXIII) se sont déclarés dans le même sens, tandis que, même tout dernièrement, des voix se sont fait entendre qui prennent parti pour l'ancienne manière de voir de Brücke, d'après laquelle les villosités ne renferment qu'un espace lymphatique, sans parois : tels sont Basch et Fles; ce dernier considère le tiers supérieur au moins du canal central de la même manière que Brücke.

D'ailleurs, en démontrant que le chylifère des villosités a une paroi épithéliale, on n'a pas épuisé ce sujet. La première question qui se présente maintenant, est celle de savoir si ce vaisseau n'aurait pas de larges communications avec les parties superficielles des villosités; en d'autres termes, s'il existe des voies spéciales et préformées pour les substances destinées à être absorbées, en particulier pour la graisse. Il y a plusieurs années, Heidenhain a prétendu que les cellules épithéliales des villosités se continuent par des prolongements avec les cellules ramifiées et anastomosées en réseau du tissu sous-muqueux, et celles-ci avec le chylifère central; de sorte qu'entre ce chylifère et les cellules, il y aurait une voie ouverte. Ni moi-même (4[e] édit., p. 446), ni Rindfleisch, Wiegandt et Dönitz, nous ne pûmes confirmer ces données; mais certaines observations de v. Recklinghausen, qui (*l. c.* p. 79, pl. 3, fig. 2), en injectant les chylifères des villosités, vit la matière à injection s'épancher dans le parenchyme de la villosité, pourraient être utilisées en faveur d'une partie, au moins, des données de Heidenhain, et les résultats négatifs qu'ont obtenus Teichmann et His dans leurs injections des villosités, ne seraient pas nécessairement d'un plus grand poids. His lui-même ne décrit-il pas sur l'épithélium du chylifère central des formations qu'il suppose être des *stomates?* et même si cette supposition n'est pas fondée, les observations de v. Recklinghausen et autres invitent cependant à une certaine circonspection relativement à l'existence d'ouvertures libres dans certaines parties du système lymphatique (voy. plus bas, *Vaisseaux*), et l'on sera porté à se demander si quelque chose de semblable n'existe pas dans les villosités intestinales.

En fait, le dernier auteur qui a écrit sur ce sujet, Letzerich, signale dans les villosités des dispositions extrêmement curieuses, qui, si elles se vérifient, mettraient fin d'une manière brillante aux nombreuses discussions auxquelles cette question a donné lieu. D'après Letzerich, on trouve, entre les cellules épithéliales, des organes spéciaux, qu'il appelle *vacuoles*, qui seraient des vésicules à double contour, *ouvertes* du côté de la cavité intestinale, piriformes ou utriculaires, et qui, bien que ressemblant à des cellules par leur forme, n'auraient cependant rien de commun avec elles et ne contiendraient point de noyau. Or, chaque vacuole se continuerait par son extrémité profonde avec un tube étroit, à paroi distincte, et ces tubes formeraient

ı substance de la villosité, un réseau de canaux qui communiquerait lui-même le chylifère central. Ces vacuoles et ces tubes, qui se rencontrent aussi s glandes de Lieberkühn et dans la portion supérieure du gros intestin, mais it défaut dans l'estomac, dans la portion inférieure du gros intestin et dans um, seraient, d'après Letzerich, les appareils physiologiques spéciaux prési- l'absorption de la graisse et de l'albumine, et ce serait seulement dans les ibondance extraordinaire de la graisse dans le canal intestinal que cette sub- pénétrerait aussi dans les cylindres d'épithélium, mais sans passer de ces cel- lans les chylifères.

on cherche à contrôler les assertions de Letzerich, on reconnaît qu'elles repo- ien sur quelques dispositions anatomiques, mais que le plus important, c'est- l'existence d'organes d'absorption spéciaux et les connexions de ces s avec l'espace occupé par le chyle, n'est point démontré. Il est certain qu'il ns l'épithélium des éléments particuliers; mais les vacuoles de Letzerich ne utre chose que l'*epithelium capitatum* de Gruby et Delafond, dont il a été question aut, et c'est bien à tort que Letzerich les décrit d'une manière générale comme rvues de noyau. Il est tout aussi faux de prétendre que les véritables cellules riques n'absorbent pas de graisse à l'état normal, et vraiment, après les nom- s expériences sur l'absorption de la graisse par ces cellules, il est inutile de ner ce fait par de nouvelles observations. Restent donc seulement les con- ıs affirmées par Letzerich entre l'*epithelium capitatum*, un système spécial ıaux et le chylifère central. A cet égard, il est à remarquer d'abord que les ptions et les figures de Letzerich n'inspirent pas une grande confiance, surtout on le voit figurer chez le *hanneton* les mêmes vacuoles se continuant avec les ères (!), et ensuite qu'il m'a été impossible, de même qu'à Dönitz, de voir ue ce soit de ce système de canaux et des connexions de l'*epithelium capi-* avec les parties internes des villosités. Je n'en suis pas moins d'avis, comme ', qu'à cet égard il convient de s'abstenir de tout jugement définitif.

ce qui concerne les bourrelets striés ou les membranes terminales des cylin- l'épithélium de l'intestin, les avis semblent vouloir s'identifier. Je renverrai quant aux opinions divergentes, aux travaux cités plus bas et à la 4ᵉ édition manuel, me contentant de faire remarquer ici ce qui suit. 1° Il n'y a pas le ire doute que les cellules épithéliales de l'intestin ne soient *parfaitement closes*, le bourrelet strié ne soit appliqué *extérieurement* sur la membrane de cellule élicate, mais distincte. Les dispositions représentées fig. 289, D, qui sont faciles à ır, bien que ni Brettauer et Steinach, ni Balogh n'aient pu les voir, ne lais- ıcun doute à cet égard. 2° Une question plus difficile à trancher est celle de si les bourrelets striés sont formés de bâtonnets ou bien d'un épaississement ıarent avec canalicules. Ces bourrelets figurent aussi quelquefois une bordure aments, de bâtonnets ou de papilles ; mais ce n'est pas là une découverte de ıuer et Steinach, comme beaucoup de personnes semblent le croire ; je le faisais quer déjà expressément dans mon premier mémoire sur ce sujet, en même ı que je rappelais la donnée peu comprise de Gruby et Delafond sur l'existence lules vibratiles dans l'intestin du chien. J'ai expliqué ces filaments ou bâtonnets ı destruction du bourrelet, parce que sur des cellules fraîches, examinées avec uides inoffensifs, je ne les ai jamais observés. Et je persiste dans cette opi- d'autant plus que Brettauer et Steinach ne donnent pas un seul motif en faveur xistence normale de ces filaments. A part cette circonstance, je ferai remarquer rd que les dépôts avec canalicules poreux à la surface des cellules épithéliales ou rmiques constituent un fait très-fréquent, tandis que jusqu'ici je n'ai rencontré épôts ayant la forme de bâtonnets que sur les œufs de certains poissons (villo- des œufs de cyprinoïdes), et ensuite que j'ai reconnu, ainsi que Welcker, analicules poreux sur des cellules vues de face. 3° Les bourrelets poreux s) des cellules épithéliales ne se rencontrent pas seulement dans l'intestin grêle, s sont très-répandus ; on les trouve aussi, comme je l'ai montré le premier

(*Würzb. Verh.*, VI, p. 263), et comme cela a été vérifié plus tard par Leuckart (*Würzb. Verh.*, VII, p. 193), par moi-même (*ibid.*, p. 196; *ibid.*, t. VIII), et par Wieher et Dönitz, en beaucoup d'autres régions, telles que le gros intestin, l'estomac, la vésicule biliaire, la peau de divers animaux. D'où je tirai cette conclusion que l'existence de ces bourrelets est un fait *général*, et qu'ils sont en rapport avec les phénomènes d'absorption des cellules (*l. c.*, t. VII, p. 196). Je ne puis donc me ranger à l'avis de Dönitz, quand il conclut des faits d'anatomie comparée que les bourrelets poreux n'ont aucune relation avec l'absorption de la graisse. 4° Les bourrelets striés des cylindres intestinaux sont des produits de sécrétion des cellules ou des formations cuticulaires, et se montrent avec une épaisseur variable (moi). Mais il ne résulte pas de là qu'ils sont quelque chose d'accidentel, comme le croient Wiegandt et Dönitz, car ils ne font jamais défaut sur les cellules normales, et ne semblent manquer que lorsque les cellules se présentent sous la forme d'*épithélium capitatum* (voy. plus haut). Du reste, les causes de l'épaisseur variable de ces bourrelets ne sont pas encore suffisamment connues.

Relativement à la *structure de la muqueuse intestinale*, mentionnons encore spécialement la *couche limitante* de cette membrane du côté de l'épithélium. Dönitz considère cette couche comme une *basement membrane* distincte, d'une conformation homogène, et il la figure en continuité avec la membrane propre des glandes (*l. c.*, fig. 13). Eberth ne se prononce pas nettement sur la signification de la *bordure limitante* des villosités, qui, chez divers animaux, se séparait généralement avec la couche capillaire attenante; mais il décrit dans ce bourrelet des *orifices*, qui peut-être avaient été vus déjà par J. Müller (*Phys.*, 3ᵉ édit., I, p. 265; 4ᵉ édit., p. 298, note), et plus tard par Virchow (*Würzb. Verh.*, IV, p. 353). C'est particulièrement sur le *rat* que Virchow les trouva d'une grande netteté; le bourrelet y avait l'apparence tantôt d'une membrane fenêtrée, avec des orifices de 3 à 4 μ, tantôt d'un réseau à mailles plus ou moins larges, de 2 à 15 μ, et contenait très-rarement des noyaux. Les orifices sont moins larges et moins nombreux chez le *lapin*, le *chat*, le *bœuf* et l'*homme*. — Sur la carpe, la grenouille et la tortue, la membrane limitante ne pouvait être isolée, et c'est seulement sur la carpe qu'elle présentait quelques lacunes rares et petites. — J'ai eu occasion de vérifier ces observations d'Eberth sur des mammifères; d'après mes recherches, cette membrane limitante n'est autre chose qu'une couche extérieure et plus serrée de la substance conjonctive rétiforme de la muqueuse, couche dans laquelle les noyaux de cellule existant dans l'origine ont en grande partie disparu. En conséquence, cette couche correspondrait à la couche limitante des follicules composant les glandes folliculeuses, et les lacunes qu'Eberth a réussi à démontrer, seraient comparables aux mailles de la substance conjonctive rétiforme.

Les *cellules épithéliales de l'intestin grêle* ne présentent pas toujours une forme cylindrique régulière, avec une extrémité profonde généralement un peu amincie; on rencontre parfois aussi des formes différentes, qu'Eberth surtout a décrites très-exactement; ainsi, par exemple, des cellules dont l'extrémité libre est rétrécie, ou qui se continuent, en dedans, avec des prolongements cylindriques étroits ou rubanés, ou qui sont pourvues de courtes pointes, etc. — Traitées par des réactifs, ces cellules sont souvent considérablement altérées, ainsi que je l'ai démontré, contrairement à Heidenhain (4ᵉ édit., p. 447); elles sont surtout allongées notablement, ce que Dönitz explique avec raison, selon moi, par la distension que fait éprouver aux cellules le tissu de la muqueuse, qui se ratatine.

Outre les cellules cylindriques, il existe dans l'épithélium de l'intestin grêle des cellules *arrondies*, qui peut-être ont porté E. H. Weber à admettre une *deuxième* couche de cellules épithéliales, arrondies (*Müll. Arch.*, 1847). Cette opinion, évidemment fausse, et qui se rapporte aux cellules du tissu sous-muqueux, a pendant longtemps fait obstacle à la connaissance exacte des véritables cellules arrondies, que Rindfleisch a vues le premier, sur la grenouille, *entre* les cylindres de l'intestin (*Virch. Arch.*, 22, p. 274, pl. V, fig. 3). Une description plus détaillée a été

donnée par Eberth (*l. s.*, p. 29), qui trouva ces cellules chez tous les animaux examinés (lapin, rat, chat, chien, oie), non en couche continue, mais seulement isolées ou en séries de 2 à 4 cellules, entre les cellules cylindriques ordinaires. J'ai rencontré ces mêmes cellules sur la grenouille, où elles m'ont paru beaucoup plus grandes que ne le dit Rindfleisch. Eberth s'abstient d'exprimer une opinion précise sur ces cellules; mais il pense surtout à une immigration de cellules lymphoïdes provenant de la muqueuse, et il rappelle la couche superficielle poreuse de la muqueuse et les cellules voyageuses de v. Recklinghausen. Il serait possible aussi que ces cellules fussent le résultat de la multiplication de cellules épithéliales par scission, ou d'une sorte d'élimination d'une portion des cellules. Donders et moi nous croyons, comme il a été dit plus haut, avoir vu ce mode d'élimination sur l'*epithelium capitatum*, et en faveur d'une multiplication des cellules épithéliales, on peut citer les observations antérieures d'Eberth sur l'intestin de l'oie (*Virch. Arch.*, 21, p. 106). Il y avait là une formation active de petites cellules endogènes dans les cylindres d'épithélium, c'est-à-dire que le noyau de ces cellules se divisait souvent à plusieurs reprises, et que le contenu se pelotonnait autour des 2 à 4 noyaux, *en amas arrondis*, qui ensuite devenaient libres sous la forme de corpuscules muqueux, tandis que le reste de la cellule tombait. Ces cellules arrondies, déposées entre les cylindres, pourraient bien être ainsi destinées à être éliminées, hypothèse à laquelle Eberth a pensé également. Il est à remarquer aussi que dans des cas pathologiques, les cellules épithéliales peuvent donner naissance à des cellules de pus, comme l'apprennent des observations de Buhl, Remak et Rindfleisch (*Virch. Arch.*, t. XVI, 188; XX, 198, XXI, 480, 486); et ensuite que tout dernièrement, Th. Eimer, se ralliant à la description de Donders et de moi, a voulu voir des connexions entre les cellules de l'*epithelium capitatum* et la multiplication des cellules, et les a désignées pour ce motif sous le nom de calices muqueux ou purulents. Mais Eimer s'éloigne de moi quand il considère ces cellules comme des productions *indépendantes*, bien distinctes des cellules épithéliales, ce en quoi il se rapproche de Letzerich et de F. E. Schulze, tandis que pour Dönitz, ce sont simplement des productions artificielles. De nouvelles recherches, ce me semble, sont nécessaires pour élucider ce sujet; mais dès à présent je veux attirer l'attention sur un point. Il existe chez les animaux inférieurs, et aussi, comme je l'ai trouvé, chez un poisson (*Lepidosiren*), dans certaines formations épithéliales, de véritables glandes unicellulaires qui, bien qu'ayant la signification

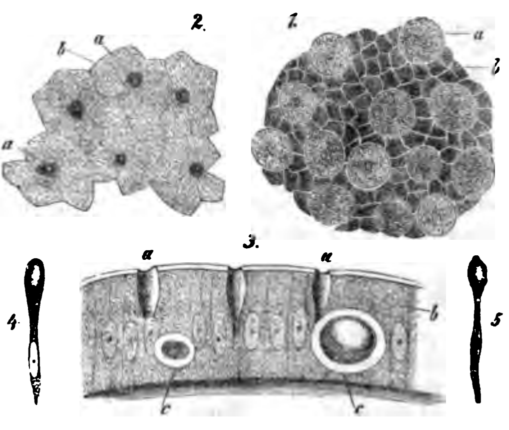


Fig. 291.

Fig. 291. — Épithélium intestinal de la grenouille. Grossissement de 200 diamètres. *a*, cellules glandulaires de l'épithélium, en partie munies d'orifices; *b*, cellules épithéliales ordinaires. 1, épithélium du gros intestin, vu de face; 2, épithélium de l'intestin grêle, vu de face; 3, le même en apparence sur une section. On voit là les cuticules, trois cellules glandulaires et deux cellules arrondies au milieu de l'épithélium; l'une de ces dernières présentait un contenu spécial, de couleur jaune; 4 et 5, deux cellules glandulaires de l'intestin grêle représentées isolément, l'une d'elles renferme un noyau; 1-3 ont été traités par une solution de sel de cuisine à 1/2 pour 100; 4 et 5 sont représentés dans l'acide acétique très-dilué.

des cellules épithéliales, doivent néanmoins en être distinguées. Ne serait-il pas possible que les cellules de l'*epithelium capitatum* eussent une signification analogue? Ce qui pourtant infirmerait cette hypothèse, c'est que ces cellules sont en nombre très-variable et qu'elles ne sont pas toujours munies d'ouvertures (fig. 291). — Du reste, ces *cellules glandulaires des épithéliums* sont très-répandues. Je les ai rencontrées aussi dans l'estomac et dans le gros intestin (*Würzb. Verh.*, VI); probablement, il faut ranger également dans cette catégorie les *cellules muqueuses* que Leydig a trouvées chez les poissons et les amphibies, les *cellules glandulaires* que Gegenbaur a rencontrées dans le poumon des amphibies. Œdmansson (*Hygiea*, 1863) et Eimer ont observé les mêmes cellules sur presque toutes les muqueuses des vertébrés, quelle que fût la conformation de l'épithélium. La figure 291 représente ces cellules chez la grenouille, où elles sont très-nettes, particulièrement dans le gros intestin, mais sans présenter toujours des orifices.

L'épithélium cylindrique qui tapisse la muqueuse forme ordinairement une couche simple, de même largeur partout et appliquée exactement sur cette membrane. Mais il paraît qu'il n'en est pas toujours ainsi, et sur des villosités contractées, je crois avoir constaté que l'épithélium est *plissé* sur la surface lisse de ces dernières. Il faudrait peut-être ranger dans la même catégorie les données de Rindfleisch (*l. c.*, pl. V, fig. 7) et de Thiersch (*Epithelkrebs*, p. 65), relatives à la pointe des villosités, qui, chez le rat et le chat, serait formée exclusivement par l'épithélium. Sur des chats soumis à la diète pendant quelques jours, Thiersch vit même la moitié de la villosité uniquement composée d'épithélium. Si Thiersch ne disait pas que ces villosités étaient deux fois plus longues que les autres et ne se montraient que d'espace en espace, je n'hésiterais pas à considérer la contraction de la villosité comme la cause de cet état, d'autant plus que Dönitz (*l. c.*, p. 385) n'a pu voir de semblables villosités. Mais dans ces conditions, cette particularité devra être soumise à des nouvelles recherches.

Dans l'*absorption de la graisse*, ce sont, ainsi que Goodsir l'a montré en 1842, les cellules épithéliales parfois de la villosité entière, souvent de leur pointe seulement, qui se remplissent de fines granulations ou de gouttelettes graisseuses d'un certain volume ce dernier fait est si fréquent, parce que les villosités, quand elles sont épanouies tandis que l'intestin est raccourci, sont tellement pressées les unes contre les autres que leur sommet seul est en contact avec le contenu de l'intestin. D'après les observations de Donders, de Brücke et de moi, il n'est guère douteux que *la graisse n'est absorbée que sous la forme de molécules d'une finesse incommensurable*, et comme Donders et moi avons observé, rarement, il est vrai, de ces molécules dans l'épaisseur de la membrane basilaire poreuse des cylindres d'épithélium, il est à peu près certain que ces pores sont les voies par lesquelles les molécules graisseuses pénètrent dans les cellules. Les gouttes de graisse un peu volumineuses qu'on rencontre si fréquemment dans les cellules sont des formations secondaires; ou bien les gouttelettes se réunissent en amas plus considérables pendant la vie, ou bien la chose n'a lieu qu'après la mort. Les voies ultérieures que suit la graisse n'ont pas encore été décelées par l'anatomie. Mais, à mon avis, rien n'empêche d'admettre que dans les parties où jusqu'ici le microscope n'a pas encore montré de pores, comme les portions internes des cellules épithéliales et les tuniques des chylifères, il en existe néanmoins, attendu que, comme je l'ai déjà fait remarquer, les pores des membranes minces ne deviennent visibles que lorsqu'ils sont assez larges.

Dans le tissu des villosités, au voisinage de la pointe, on rencontre souvent deux ou plusieurs grosses sphères de graisse solide ou fluide, ce qui, d'après Donders, résulte d'une séparation *post mortem* de la graisse qui y a pénétré.

Dans les circonstances normales, il ne se fait aucune élimination de cellules épithéliales dans l'intestin; mais la chose a lieu dans les maladies, dans le choléra par exemple. Quand cette élimination de l'épithélium est étendue, comment se font les régénérations? Cette question n'a pas encore été étudiée. Ou bien les portions profondes des cellules épithéliales restent en place et servent à recompléter les cellules,

ou bien les éléments de la muqueuse elle-même servent à reproduire l'épithélium. L'observation est encore muette sur ce point.

§ 152. **Glandes de l'intestin grêle.** — L'intestin ne présente que deux espèces de glandes véritables : 1° des *glandes en tube*, qui ont toujours leur siége dans la muqueuse elle-même, et 2° des *glandes en grappe*, situées dans le tissu sous-muqueux du duodénum.

Les *glandes en grappe* ou, comme on les appelle habituellement, les *glandes de Brunner*, du nom de leur inventeur, forment à la face externe de la muqueuse du commencement du duodénum une couche continue, qui atteint sa plus grande épaisseur tout près du pylore, où elle constitue un anneau glandulaire très-considérable, et qui s'étend jusqu'au voisinage de l'embouchure du canal cholédoque. Lorsque, sur un duodénum tendu ou insufflé, on a enlevé les deux couches musculeuses, on reconnaît facilement les glandules dans des corpuscules jaunâtres, irrégulièrement polyédriques, aplatis, d'un diamètre de $0^{mm},2$ à $3^{mm},4$, ou en moyenne $0^{mm},5$ à 1^{mm} ; ces glandules sont entourées d'un peu de tissu conjonctif et appliquées immédiatement contre la muqueuse, dans laquelle elles envoient de petits canaux excréteurs. La structure de ces glandes est la même que celle des glandes en grappe de la bouche et de l'œsophage ; leurs vésicules terminales ont 68 à 130 μ et même $0^{mm},180$ μ de diamètre. Elles sécrètent un *mucus alcalin*, qui ne renferme point de particules organisées et qui n'exerce aucune action digestive sur les combinaisons protéiques. Les usages de ce mucus paraissent donc être purement mécaniques.

Les *glandes en tube* ou de *Lieberkühn* (*cryptes muqueux*) sont répandues dans tout l'intestin grêle et dans le duodénum : ce sont des tubes étroits et rectilignes, excessivement nombreux, qui occupent toute l'épaisseur de la muqueuse ; elles sont légèrement renflées à leur extrémité, très-rarement bifurquées (chez les animaux ces tubes se divisent très-souvent en deux ou trois branches). Pour avoir une bonne idée de leur nombre, le meilleur moyen consiste à examiner à un faible grossissement des sections verticales de la muqueuse ou la face libre de cette membrane. Dans le premier cas, on voit des follicules très-serrés, comme des pieux, presque sans intervalles (fig. 280) ; dans le second cas, on s'aperçoit cependant que les glandes n'occupent pas tout l'espace et qu'elles n'existent qu'entre les villosités, mais que là elles sont tellement nombreuses qu'elles ne laissent pour ainsi dire pas d'intervalle entre elles,

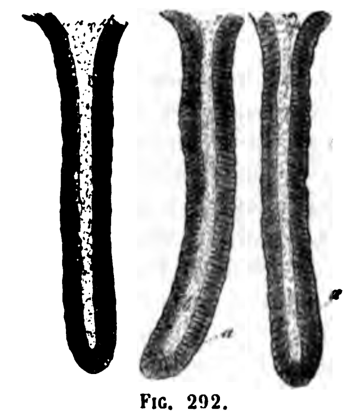


FIG. 292.

FIG. 292. — Glandes de Lieberkühn du cochon. Grossissement de 60 diamètres. *a*, membrane propre et épithélium ; *b*, lumière de la glande.

de sorte qu'entre les villosités la muqueuse semble percée en crible. Ces glandes se trouvent même sur les plaques de Peyer (fig. 280) et sur les follicules isolés; chez l'homme, la partie de la muqueuse placée immédiatement au-dessus du milieu des follicules en est seule dépourvue, d'où il résulte que les glandes de Lieberkühn sont disposées en anneaux autour des follicules. La longueur des glandes de Lieberkühn est égale à l'épaisseur de la muqueuse, et varie conséquemment entre 450.et 320 μ; leur largeur est de 63 à 80 μ; le diamètre de leur orifice, de 45 à 67 μ. Ces glandes se composent d'une *membrane propre*, homogène et très-mince, et d'un *épithélium cylindrique*, qui ne contient jamais de graisse pendant la digestion, contrairement à celui de l'intestin. L'épithélium circonscrit une cavité remplie, pendant la vie, d'un liquide limpide, appelé *suc intestinal;* après la mort, ou sous l'influence de l'eau, il s'altère rapidement, de sorte qu'alors les glandes paraissent remplies complétement de cellules ou d'une substance granuleuse. D'après Letzerich et F. T. Schultze, on trouve également dans l'épithélium de ces glandes les *cellules glandulaires* signalées plus haut.

Les *vaisseaux* des glandes de Brunner présentent la même disposition que ceux des glandes salivaires, tandis que ceux des glandes de Lieberkühn affectent le type des vaisseaux des glandules gastriques. Autour de chaque tube glandulaire s'étend un réseau délicat de capillaires qui ont 6,7 μ de largeur; à la surface de la muqueuse, tous ces petits réseaux partiels communiquent ensemble et forment un réseau superficiel, dont les mailles polygonales sont composées de capillaires un peu plus larges (de 22 μ), réseau qui fournit les capillaires des villosités et se continue directement avec les veines; celles-ci traversent en droite ligne la muqueuse, après avoir reçu les veines des villosités.

§ 153. **Follicules clos de l'intestin grêle.** — On trouve dans les parois de l'intestin grêle une espèce particulière de vésicules, isolées ou réunies en groupes, dont la texture anatomique et le rôle physiologique n'ont pas encore été élucidés complétement, et que, pour ce motif, il convient de décrire sous un nom général.

Les plus importants de ces organes sont les *glomérules* ou *plaques de Peyer* (*glandulæ Peyerianæ sive agminatæ* des auteurs) (fig. 280, 293, 295). Ce sont, en général, des organes arrondis ou oblongs, aplatis, situés sans exception au niveau du bord libre de l'intestin, c'est-à-dire de celui qui est opposé à l'insertion du mésentère; ils ont leur plus grand diamètre dirigé dans le sens de l'axe longitudinal de l'intestin, et se montrent très-distinctement à la face interne sous la forme de taches mal circonscrites, lisses et un peu déprimées; mais on les reconnaît aussi à la face externe de l'intestin, à de petites saillies de la paroi, et par transparence, à des taches foncées. C'est dans l'iléon que siégent habituellement les plaques de Peyer; mais il n'est pas rare d'en rencontrer dans les portions inférieures du jéjunum; quelquefois on en trouve également dans la moitié supé-

ieure de cet organe, jusque très-près du duodénum, et même dans la partie horizontale de ce dernier (Middeldorpff, moi). Habituellement les plaques de Peyer sont au nombre de 20 à 30, et quand elles remontent très-haut, elles peuvent atteindre le chiffre 50 ou 60; mais c'est toujours dans la portion inférieure de l'iléon qu'elles sont le plus nombreuses. Les plaques ont des *dimensions* d'autant plus grandes qu'elles sont plus rapprochées du cæcum; elles mesurent, en général, 1 à 4 centimètres dans le sens de leur plus grand diamètre, qui peut varier, d'ailleurs, entre 7 millimètres, et 8 à 13 et même 30 centimètres. La largeur des plaques de Peyer est de 5-11 à 20 millimètres. Au niveau de ces plaques, les valvules conniventes sont ordinairement interrompues; cependant, dans le jéjunum, elles se continuent quelquefois sur les plaques, tandis que dans l'iléon elles sont souvent remplacées par des séries de villosités très-rapprochées.

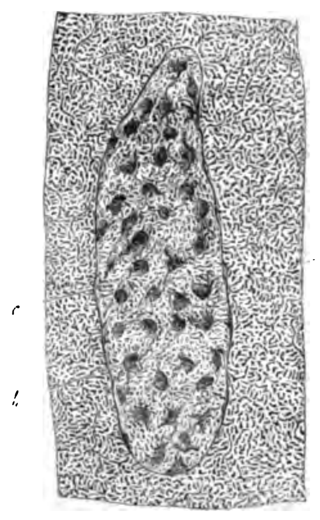


Fig. 293.

Examinées de plus près, les plaques de Peyer se présentent comme des amas plus ou moins considérables de *follicules clos* arrondis ou se rétrécissant légèrement en cône vers la cavité de l'intestin; ces follicules ont $0^{mm},4$ à 2,2 millimètres de diamètre et sont très-serrés les uns contre les autres; ils sont situés dans la muqueuse, mais s'étendent aussi dans le tissu sous-muqueux, de sorte qu'une de leurs faces est de 45 à 68 μ au-dessous de la surface de la muqueuse, tandis que l'autre touche la tunique musculeuse, qui, à ce niveau, est un peu plus adhérente à la muqueuse. Quand on examine la face interne de l'intestin chez l'homme, on remarque avant tout, sur les plaques de Peyer, une foule de petites dépressions arrondies, distantes de $0^{mm},7$ à 2,2 les unes des autres; chacune d'elles répond à un follicule qui soulève légèrement le fond de la dépression. Ces points déprimés ne portent aucune trace de villosités. Le reste de la plaque est occupé par des *villosités ordinaires* ou par de *petits plis anastomosés* en réseau et par les orifices

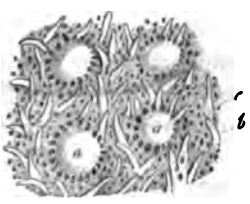


Fig. 294.

Fig. 293. — Plaque de Peyer de l'homme, grossie 4 fois. *a*, surface de la muqueuse couverte de villosités; *b*, dépressions de la muqueuse au niveau de la plaque, correspondant aux follicules; *c*, parties intermédiaires garnies de petites villosités.

Fig. 294. — Portion d'une plaque de Peyer d'un vieillard, d'après Flouch. *a*, follicule qu'entoure une sorte d'anneau formé par les ouvertures des glandes de Lieberkühn; *b*, villosités; *c*, glandes de Lieberkühn plus isolées.

des *glandes de Lieberkühn;* ces dernières forment, particulièrement autour de chacune des petites saillies déterminées par les follicules, une espèce de couronne, composée de six à dix ouvertures au plus (*corona tubulorum* des auteurs).

Les follicules qui constituent les plaques de Peyer se composent essentiellement de trois parties: 1° d'une *enveloppe externe*, d'un *réseau* interne, très-délicat (réticulum), et d'une foule de *cellules lymphoïdes*, contenues dans les mailles de ce réseau. Il y a, en outre, dans les follicules de nombreux vaisseaux sanguins.

Ce réseau interne, découvert par Billroth, ressemble de tous points à celui des amygdales, des glandes lymphatiques, etc.; en d'autres termes, il est constitué comme celui de la substance conjonctive réticulée ou cytogène (voy. § 23) et consiste, par conséquent, tantôt en corpuscules de tissu conjonctif étoilés et anastomosés en réseau, tantôt en un canevas délicat, sans noyaux, et issu de cellules analogues; ces deux formes se montrent tantôt isolées et tantôt réunies, suivant les divers animaux et suivant les âges. A la superficie du follicule, ce réticulum s'épaissit pour former une enveloppe plus ou moins dense, mais qui n'est jamais très-résistante. Quelques auteurs admettent que cette membrane manque en certains points, ce qui me paraît décidément faux pour la majorité des cas. J'ai pu constater, au contraire, que souvent deux follicules voisins communiquent ensemble; mais cette circonstance ne constitue pas la règle.

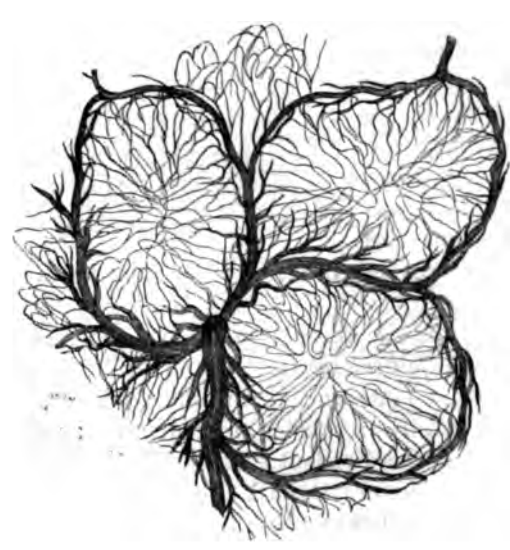


Fig. 295.

Dans les mailles de ce réticulum, on trouve une petite quantité de *liquide*, et surtout un nombre infini de cellules arrondies, de 9 à 18μ de diamètre. A l'état frais, ces cellules paraissent complétement homogènes et d'une couleur grisâtre; traitées par l'eau et l'acide acétique, elles s'éclaircissent et se dissolvent ensuite, tandis que les noyaux deviennent granuleux, et par là même plus distincts. Ces éléments, qui çà et là contiennent des granulations graisseuses, sont dans un mouvement continuel

Fig. 295. — Trois follicules clos des plaques de Peyer du lapin, coupées horizontalement par le milieu, pour montrer les vaisseaux de leur intérieur. D'après une injection de Frey.

de formation et de dissolution, ainsi qu'on peut s'en convaincre en comparant entre elles les diverses formes qu'ils présentent. Frey et Ernst ont découvert sur les animaux, et j'ai fait moi-même cette observation sur l'homme, que le contenu des follicules clos est traversé par de nombreux vaisseaux sanguins très-fins, de 3,3 à 9 μ de largeur, qui se continuent avec le réseau périphérique des follicules. Ces vaisseaux sont faciles à voir chez les animaux (le cochon, par exemple): il faut, pour cela, prendre les follicules très-frais et en extraire le contenu avec précaution. Dans beaucoup de follicules, d'après His, les vaisseaux forment des anses autour du centre, où ils manquent partiellement ou totalement. Dans ces cas, le réticulum de cette région fait également défaut ou se trouve atrophié.

Avant ces derniers temps, nous ne savions que très-peu de chose des *vaisseaux lymphatiques* propres aux plaques de Peyer. Il était certain seulement que *les chylifères qui proviennent de ces plaques sont plus nombreux que ceux des autres points* de l'intestin grêle, bien que les villosités y soient en moins grand nombre et moins développées; mais nous ignorions complétement comment ces vaisseaux se comportent dans l'intérieur des plaques. Il est démontré aujourd'hui par les injections de Hyrtl sur des oiseaux, et par celles de Teichmann sur des mammifères, ainsi que par les recherches de His et de Frey, qu'il n'y a point de lymphatiques dans l'intérieur des follicules. Les rameaux provenant des villosités intestinales forment dans la muqueuse un réseau serré, d'où partent, suivant Teichmann, des vaisseaux qui entourent les follicules, au niveau desquels ils sont aplatis, et qui, au-dessous d'eux, se continuent avec des vaisseaux sous-muqueux, garnis de valvules. D'après His, les réseaux périfolliculaires de Teichmann sont de vastes

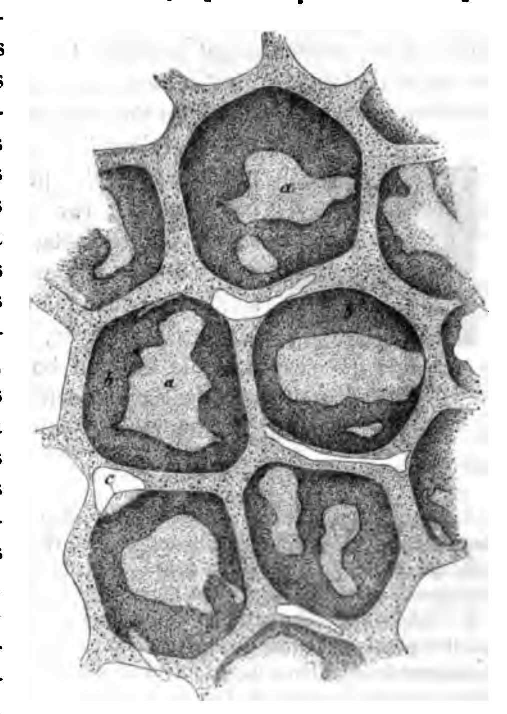


Fig. 296.

Fig. 296. — Aspect que présente à la lumière transmise la face inférieure de l'amas de glandes de Peyer qu'on trouve dans l'appendice vermiculaire du lapin. Grossissement de 21 diamètres. — *a*, portions des follicules qui ne sont pas recouvertes par les sinus lymphatiques; *b*, sinus lymphatiques rendus évidents par une injection de nitrate d'argent; *c*, lacunes dans le réseau des sinus lymphatiques, répondant aux intervalles entre deux follicules.

sinus lymphatiques, enveloppant parfois complétement ces organes, et tapissés, comme l'avait déjà vu v. Recklinghausen, par le même épithélium aplati que les chylifères des villosités. Ces données sont faciles à vérifier. D'après mes observations, les sinus lymphatiques, dans l'appendice vermiculaire du lapin (fig. 296), mesurent 0,1 à 0,7^{mm}, et leurs cellules épithéliales, 30 à 58 μ. Pour plus de détails, voy. le *Mémoire* de Frey (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XIII).

Les *follicules solitaires* (*folliculi solitarii*) ressemblent si exactement aux éléments des plaques de Peyer, tant sous le rapport du volume que sous celui du contenu (j'y ai trouvé également des vaisseaux, même chez l'homme) et de l'ensemble de la structure, qu'il ne serait nullement rationnel d'en faire un groupe à part, d'autant moins qu'eu égard à leur nombre, on rencontre toutes les dispositions possibles, et qu'il existe, chez les animaux du moins, des plaques de Peyer composées seulement de deux, trois à cinq follicules. Chez l'homme, le nombre des follicules solitaires est excessivement variable : tantôt il est impossible d'en découvrir un seul ; tantôt l'intestin tout entier, jusqu'au bord des valvules conniventes, en est criblé, et tantôt enfin on n'en trouve qu'un nombre restreint dans l'iléon et le jéjunum. L'absence complète de follicules peut être considérée comme un fait anormal; car chez le nouveau-né et sur les sujets bien portants, ils sont constants, et plus nombreux dans le jéjunum que dans l'iléon. Les follicules solitaires ont le même siége que les éléments des plaques de Peyer; mais on les rencontre également le long du bord mésentérique de l'intestin, et leur face tournée vers l'intestin est couverte de villosités et fait ordinairement une légère saillie sous la muqueuse.


Fig. 297.

La texture des glandes de Peyer a été, dans ces derniers temps, l'objet des recherches de Heidenhain, Teichmann et His. Heidenhain est le premier, après Billroth, qui ait vu avec précision dans l'intérieur des follicules un réseau de trabécules analogue à celui que Donders et moi avions trouvé dans les glandes lymphatiques.

Le mérite des recherches de Teichmann sur les glandes de Peyer consiste en ce qu'elles paraissent avoir donné la solution du problème, soulevé par Brücke, de l'existence de chylifères dans l'intérieur des follicules. D'après Teichmann, les chylifères ne naissent point du fond du follicule, dont ils seraient la continuation directe, comme Brücke l'avait admis d'abord ; ils ne viennent pas davantage de l'intérieur du follicule : une bonne injection de la muqueuse démontre que ces vaisseaux ne font que passer au voisinage des follicules. Teichmann attribue à ces vaisseaux des parois propres, fait nié d'abord par His, mais que plus tard il confirma en ce sens, qu'il trouva là le même épithélium que v. Reklinghausen avait démontré dans les plus fins lymphatiques en général.

Les recherches de His, outre qu'elles nous ont mieux fait connaître les espaces oc-

Fig. 297. — Follicule solitaire de l'intestin grêle, garni de villosités. D'après Böhm. — Faible grossissement.

cupés par le chyle, sont principalement remarquables parce qu'elles ont démontré que le tissu spécial (substance adénoïde, His ; substance cytogène, moi) qui existe dans l'intérieur des follicules, se trouve aussi dans le reste de la muqueuse de l'intestin, et s'étend jusque dans les villosités ; enfin, que la continuité directe de ce tissu avec celui des follicules est *un fait général* (v. § 146).

Voici encore quelques détails sur la conformation des glandes de Peyer. Bien que, dans certains cas observés par Henle et Brücke, et après eux, par beaucoup d'anatomistes, les follicules qui composent ces glandes se continuent entre eux, on peut cependant établir comme règle générale, pour la plupart des animaux (d'après His, le lapin ferait exception), que ces follicules sont parfaitement distincts les uns des autres. Mais ils se continuent toujours sur les côtés, au niveau de la couche musculeuse de la muqueuse, et sans limite distincte, avec le tissu cytogène de cette dernière. Le siége des follicules est variable. Il est manifeste que ces organes sont, à vrai dire et dans l'origine, des parties appartenant au tissu sous-muqueux ; mais généralement ils font saillie, à travers des éraillures de la couche musculeuse de la muqueuse, dans la muqueuse proprement dite. Tantôt ils n'atteignent point la surface de la muqueuse, et alors ils se perdent insensiblement dans le tissu cytogène de cette membrane, comme cela a lieu dans l'iléon du chat, d'après His (*l. i. c.* fig. 13) ; tantôt ils arrivent jusqu'à la surface de la muqueuse, qu'ils soulèvent en forme de monticule, comme chez l'homme et chez le mouton (His, *l. c.* fig. 6), ou en forme de productions villeuses, souvent très-développées, comme chez le lapin (His, fig. 5), chez le porc, le veau (fig. 280) et d'autres animaux. Dans tous ces cas, le sommet des follicules est limité immédiatement par l'épithélium intestinal et se trouve dans des fossettes qui sont dominées par de véritables villosités situées plus en dedans, mais non très-développées partout, tandis que les glandes de Lieberkühn sont à peu près au même niveau que la partie culminante des follicules. Dans ces conditions, on peut dire que les follicules sont bien limités en dedans, tandis qu'il me paraît inexact d'appeler villosités les élevures de l'intestin qui renferment les sommets des follicules, avec le tissu cytogène desquels ils se continuent sans limite distincte, attendu que ces élevures ont une structure notablement différente de celle des villosités, et qu'en particulier elles ne renferment ni chylifères, ni éléments musculaires.

Les vaisseaux sanguins des follicules présentent, d'après His, une disposition variée. Chez la plupart des animaux, les rameaux des petits troncs, qui toujours sont situés au pourtour du follicule, n'atteignent pas le centre de ce dernier, et se recourbent en anse avant d'y parvenir ; de sorte que la portion centrale, où le réticulum est également peu développé ou fait défaut, représente une sorte de cavité. Dans d'autres cas, cependant, les vaisseaux, sur certains points, traversent d'outre en outre les follicules et forment à leur partie centrale un réseau capillaire, tandis que dans les autres points, ils se comportent comme il a été dit précédemment. D'après Frey, il y a constamment des vaisseaux au milieu du follicule. La substance interstitielle des follicules, qui sert de support aux rameaux vasculaires, est, dans le tissu sous-muqueux, du tissu conjonctif ordinaire, avec corpuscules conjonctifs ; l'enveloppe des follicules, au contraire, quelque nettement limitée qu'elle paraisse, n'est autre chose, comme W. Krause l'indique avec raison, qu'une couche compacte du même recticulum qui se trouve à l'intérieur.

Quant à la *signification physiologique* des follicules, il est certain que l'opinion défendue par His est très-plausible. Cet auteur admet que les cellules lymphoïdes qu'ils renferment sont destinées à passer dans les espaces chylifères voisins. L'ancienne manière de voir de Brücke et de moi, d'après laquelle les plaques de Peyer (et les follicules solitaires) appartiendraient à la classe des glandes lymphatiques, serait donc confirmée sous une forme nouvelle et plus précise. Mais les follicules, comme l'a montré Teichmann, ne s'injectent point par les lymphatiques, et ne contiennent point de matière à injection même quand la muqueuse et les villosités ont été remplies aussi complétement que possible. Mais cela ne prouve pas, selon moi et His, qu'il n'existe point pendant la vie de telles communications

entre les follicules et les espaces chylifères voisins. Peut-être une injection comprime-t-elle par trop les espaces chylifères, ou bien le passage a-t-il lieu plus facilement dans un sens que dans l'autre, ou peut-être faut-il, pour rendre ce passage possible, une turgescence particulière des follicules, produite par l'absorption des liquides intestinaux et la dilatation des vaisseaux sanguins. En fait, la turgescence des glandes de Peyer pendant l'absorption est facile à observer, et il a été démontré par Brücke, moi et Krause qu'à ce moment les follicules peuvent devenir blanc de lait par suite de l'absorption de la graisse. Si la graisse pénètre dans les follicules, il est probable qu'elle en sortira de nouveau pour s'introduire dans les espaces chylifères, et conséquemment, dans ce cas du moins, les communications avec ces espaces paraîtront extrêmement vraisemblables. En ce qui concerne les cellules, je rappellerai de nouveau que j'ai observé que les chylifères provenant des plaques de Peyer renferment notablement plus de cellules que ceux des autres régions de l'intestin. — En somme, l'hypothèse de His me paraît très-rationnelle; mais je conviens qu'elle n'est pas aussi certaine qu'on pourrait le désirer. Aussi me permettrai-je d'exprimer l'opinion, au sujet de la substance cytogène de la muqueuse intestinale, *qu'il ne me paraît pas nécessaire de croire que cette substance, partout où elle se présente, est en rapport direct avec la formation des cellules lymphatiques*. J'ai quelque tendance à croire que *ce tissu, en une foule de points, n'est autre chose qu'une substance de remplissage*, qu'on peut comparer en quelque sorte au tissu adipeux, lequel, dans sa forme embryonnaire, ressemble presque complétement au tissu cytogène.

§ 154. **Muqueuse du gros intestin.** — La muqueuse du gros intestin ressemble à celle de l'intestin grêle par un si grand nombre de caractères qu'il me suffira d'attirer l'attention sur quelques particularités qui distinguent ces deux membranes.

La muqueuse du gros intestin, celle du rectum exceptée, ne forme pas de plis proprement dits, car la couche des fibres musculaires annulaires contribue à la formation des plis sigmoïdes. En outre, les villosités font complétement défaut à partir du bord tranchant de la valvule iléo-cæcale, dans laquelle la tunique musculeuse pénètre également; sauf quelques petites élevures verruqueuses, à peine visibles, qu'on trouve en quelques points, la muqueuse du gros intestin est parfaitement unie et lisse. Dans le côlon, la couche musculeuse de la muqueuse est difficile à apercevoir chez l'homme, bien qu'elle y existe; dans le rectum, elle est plus distincte. Chez les animaux, j'ai trouvé cette couche très-développée. D'après Brücke, les couches de fibres musculaires longitudinales et transversales, qui existent également dans le côlon (chez les animaux?), n'ont que 29μ d'épaisseur; cet amincissement porterait sur la couche externe ou des fibres longitudinales, qui serait réduite à trois ou même à deux plans de fibres. Dans le rectum, suivant le même anatomiste, les deux couches auraient de nouveau la même épaisseur, et mesureraient ensemble 50μ environ, et même 200μ ou plus au voisinage de l'anus. D'après Treitz, les fibres musculaires entreraient également dans la composition des colonnes de Morgagni.

On trouve dans le gros intestin des *glandes de Lieberkühn* et des *follicules solitaires*. Les premières, appelées aussi *glandes du gros intestin*, se rencontrent dans tout le gros intestin, depuis la valvule de Bauhin jusqu'à

l'anus, et même dans l'appendice vermiculaire, et sont tellement rapprochées qu'elles se touchent. Leur structure est exactement la même que dans l'intestin grêle; mais, en rapport avec l'épaisseur plus grande de la muqueuse du gros intestin, elles ont des dimensions un peu plus considérables (longueur, $0^{mm},4$ à $0^{mm},5$; largeur, $0^{mm},11$ à $0^{mm},17$). Chez l'homme et chez les animaux, je n'ai trouvé dans ces follicules, à l'état frais, aucune particule solide, abstraction faite des cellules d'épithélium cylindrique. Dans l'appendice vermiculaire, les *follicules solitaires* sont très-serrés les uns contre les autres; ils sont très-nombreux dans le cæcum et dans le rectum, plus abondants, en général, dans le côlon que dans l'intestin grêle. Ces follicules se distinguent de ceux de l'intestin grêle par leur volume plus considérable ($1^{mm},5$, 2 et même 3 millimètres de diamètre) et par cette particularité que chaque soulèvement de la muqueuse déterminé par un follicule présente à sa partie moyenne une petite ouverture arrondie ou ovalaire, de $0^{mm},17$ à $0^{mm},25$ de largeur, qui conduit dans une petite dépression de la muqueuse située au-dessus du follicule. Ces petites fossettes, qui font défaut d'une manière absolue dans la muqueuse normale de l'intestin grêle, ont conduit autrefois Böhm à considérer les follicules du gros intestin comme des glandes utriculaires munies d'une ouverture. Cette manière de voir est inexacte, car dans le fond de la fossette se trouve, ainsi que Brücke l'a constaté également, une capsule close un peu aplatie, qui a la même structure que celles de l'intestin grêle, et qui renferme également des vaisseaux dans son intérieur, comme je m'en suis assuré récemment chez l'homme.

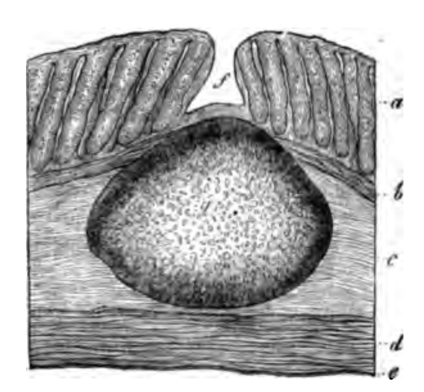


FIG. 298.

Les *vaisseaux sanguins* des glandes et follicules du gros intestin ont la même disposition que ceux de l'estomac et de l'intestin grêle (fig. 279). La disposition des *lymphatiques* dans l'épaisseur de la muqueuse nous était totalement inconnue avant ces derniers temps. Teichmann lui-même a vu rarement des anses s'élever du réseau lymphatique superficiel (sous-muqueux) entre les glandes en cæcum. His, au contraire, réussit à trouver aussi des vaisseaux lymphatiques dans les couches superficielles de la muqueuse du gros intestin, chez le mouton, et cette découverte fut, bientôt après, confirmée et étendue par Frey. D'après cet anatomiste, non-seulement on trouve chez le lapin, dans les villosités du gros intestin, un ou

FIG. 298 — Follicule solitaire du côlon d'un enfant. Grossissement de 45 diamètres. *a*, glandes en tube; *b*, couche musculeuse de la muqueuse; *c*, tissu sous-muqueux; *d*, fibres musculaires annulaires; *e*, membrane séreuse; *f*, dépression de la muqueuse au-dessus du follicule *g*.

deux canaux lymphatiques terminés en cæcum, mais ces vaisseaux se rencontrent aussi dans le côlon du cochon d'Inde, du mouton et du veau, superficiellement, dans le voisinage des embouchures des glandes (voy. *Schärtl, l. c.*, p. 10). Il est vrai qu'ils n'ont pas encore été vus chez l'homme; mais leur existence n'est nullement douteuse. Les *nerfs* du côlon ont la même disposition générale que ceux de l'intestin grêle (voy. §§ 145, 146). On peut en dire autant de l'*épithélium*; mais les cellules qui le composent ne présentent point, à leur face libre, l'épaississement de la paroi et les stries dont nous avons parlé. Au niveau de l'anus, il se continue avec l'épiderme extérieur, dont le sépare une limite assez tranchée.

L'*étude de la muqueuse* présente plus de difficultés dans l'intestin que dans les autres organes. L'*épithélium intestinal*, en général, ne peut se voir que sur des pièces très-fraîches, car il se décompose en cellules avec la plus grande facilité. Pour bien le voir, et notamment pour étudier l'épaississement poreux de sa face libre, il convient de se servir d'humeur vitrée, d'une solution de sel de cuisine à un demi pour 100, ou de phosphate de soude à 3-5 pour 100; cependant l'acide chromique dilué, le bichromate de potasse, la potasse caustique à 35 pour 100 et la macération dans l'acide acétique très-étendu rendent aussi de bons services. Les *villosités* se distinguent très-bien sur des sections verticales très-minces, faites avec des ciseaux fins, ou encore sur la muqueuse éclairée à la lumière directe et examinée à un faible grossissement. Pendant le travail de l'absorption, on trouve, en général, ces villosités remplies de graisse et de granulations, de sorte qu'il est impossible alors de distinguer les éléments qui les constituent, excepté les chylifères, qui deviennent très-manifestes sous l'influence de l'acide acétique, ou mieux encore de la soude étendue. Mais en dehors de cette période, on reconnaît facilement à leurs noyaux les muscles des villosités traitées par l'acide acétique. Pour étudier les *vaisseaux sanguins*, il faut des pièces injectées; les plus convenables sont celles dont les artères et les veines sont remplies; elles doivent être conservées dans un liquide. Cependant on voit aussi très-facilement les vaisseaux des villosités sur des préparations très-fraîches. Les mêmes remarques s'appliquent aux autres parties du canal intestinal; des sections perpendiculaires donneront surtout de bons résultats. Pour étudier les *chylifères*, Brücke rend la muqueuse intestinale transparente au moyen d'une solution d'albumine qu'il prépare de la manière suivante : à plusieurs blancs d'œufs, il ajoute suffisamment de solution de potasse concentrée pour que le tout soit réduit en une masse gélatineuse. Après quelques jours de repos dans une pièce chaude, la gelée redevient fluide, en même temps qu'elle dégage une odeur ammoniacale. On la neutralise avec l'acide chlorhydrique et on la filtre. Au sujet de l'injection des chylifères, voyez les travaux récents de Hyrtl, Teichmann, His, Frey, v. Recklinghausen et Auerbach. Je ferai remarquer seulement que les injections par piqûre faites avec le bleu de Prusse et avec le nitrate d'argent donnent particulièrement de bons résultats. Pour les glandes, je me sers de préférence de fragments d'un intestin frais, bien que la préparation soit quelquefois très-difficile, comme dans l'estomac ; j'emploie également des lambeaux de muqueuse durcis dans l'alcool absolu, l'acide pyroligneux ou l'acide chromique, ou bouillis dans l'acide acétique à 80 pour 100 et desséchés, d'après la méthode de Purkyně et Middeldorpf, ou bien encore imbibés de gomme et desséchés, suivant le procédé de Wasmann. Dans tous les cas, on enlève avec un bon scalpel une lamelle très-mince, perpendiculaire ou parallèle à la surface de l'intestin, et on la rend transparente, au besoin, au moyen d'un peu de soude. C'est la muqueuse stomacale dont les éléments se dissocient le plus difficilement, surtout quand elle est très-épaisse, comme chez le cheval et le cochon. La chose est plus facile chez le chien, le chat, le lapin, les ruminants : chez ces animaux, il arrive souvent qu'en raclant fortement la surface

la muqueuse avec le dos d'un scalpel, on exprime, pour ainsi dire, tout l'épithélium s glandes, sous l'aspect de tubes continus, sur lesquels on peut étudier toutes les rticularités qui se rattachent à la forme de ces glandes et à leur revêtement interne. ı reste, il suffit quelquefois de dilacérer la muqueuse gastrique des animaux mennnés en dernier lieu, pour la décomposer en ses divers éléments. On voit trèsn les glandes isolées, quand on a ramolli la muqueuse intestinale dans une solution potasse caustique à 35 pour 100.

Les *glandes de Brunner* ne présentent de difficultés que pour leurs conduits excréırs, qu'on voit cependant très-distinctement sur des sections verticales, et chez les imaux, en déchirant la muqueuse. Les glandes de Lieberkühn s'isolent, en général, ec une très-grande facilité et dans toute leur longueur, particulièrement dans le os intestin des rongeurs. Les follicules clos de l'intestin et les glandes de Peyer uvent surtout être étudiés sur des pièces durcies dans l'alcool ou l'acide chroque. De fines tranches enlevées avec un rasoir permettent d'observer tous les tails de leur structure; on peut, en outre, les colorer avec le carmin, ou après les oir un peu ramollies dans l'eau, les nettoyer avec un pinceau, pour montrer la bstance cytogène, ou les traiter par l'acide acétique, qui rend distincts les corsculcs conjonctifs et les fibres musculaires. On peut aussi découvrir par sa face terne la couche musculeuse de la muqueuse; en enlevant la tunique fibreuse, on séparera par petits fragments de la couche glandulaire. Ses éléments se voient s-bien sur des pièces qui ont macéré dans l'acide nitrique au cinquième. Les rfs et *ganglions* de la couche sous-muqueuse s'observent très-facilement sur des estins qui ont été traités une couple de jours par l'acide acétique ou pyroligneux ués; les difficultés sont plus grandes pour ceux de la musculeuse, pour lesquels faut, du reste, employer les mêmes moyens.

Bibliographie du canal intestinal. — Th. L. W. Bischoff, *Ueber den Bau der Mauschleimhaut*, in *Müll. Arch.*, 1838, p. 503, avec figures. — Wasmann, *De gestione nonnulla.* Berol., 1839, avec planches. — L. Böhm, *De glandularum intinalium structura penitiori*, Berol., 1835, 8, avec planches, et *Die kranke rmschleimhaut in der Asiatischen Cholera.* Berlin, 1838. — J. Henle, *Symbolæ l anatomiam villorum intestinalium, impr. eorum epithelii et vasorum lacteorum*, ec planches. Berol. 1837, 4. — A. T. Middeldorpf, *De glandulis Brunnianis.* atisl. 1846, avec planches. — Frerichs (et Frey), art. *Verdauung*, in *Wagner's andw. der Physiologie*, t. III, p. 738 à 755. — E. Brüke : 1° *Ueber den Bau und e physiologische Bedeutung der Peyer'schen Drusen*, in *Denkschriften der Wiener kademie* 1850 et 1851 (glandes de Peyer et couche musculeuse de la muqueuse). Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, t. III, 1851, p. 106, et 233 (musculeuse la muqueuse). — F. Ernst, *Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmuten.* Zurich, 1851, Diss. avec figures. — Ecker, *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. II, 1852, 243 (glandes gastriques). — Henle, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, II, 1852, p. 309 (id.). Bruch, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, IV, p. 282 (muqueuse de l'intestin). — Brücke, in *nkschr. d. Wien. Ak.*, 1853 et 1855, et in *Zeitschr. d. Wien. Aerzte*, 1853, p. 282, 8, 571, et *Wiener Wochenschr.*, 1855, n°s 24, 25, 28, 27, 32 (chylifères). — lliker, in *Würzb. Verh.*, IV, p. 52. — Donders, in *Ned. Lanc.*, 1852, oct., p. 218 265, févr.-avril 1853. — A. Kölliker, in *Würzb. Verh.*, t. VI et VII (épithélium lindrique de l'intestin et absorption graisseuse). — Zenker, in *Zeitschr. f. wiss. ol.*, VI, p. 321 (chylifères). — Funke, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VI, p. 307; *d.*, VII, p. 315; *Wien. Wochenschr.*, 1855, n° 31. — v. Wittich, in *Virch. Arch.*, , p. 37. — Donders, in *Ned. Lanc.*, 3e série, 5e année, p. 319. — J. Brettauer Steinach, *Unt. uber d. Cylinderepithel. d. Darmzotten.* Wien, 1857. — Welcker, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, nouv. série, VIII, p. 329. — G. Meissner, in *itschr. f. rat. Med.*, VIII. 1857, p. 364 (nerfs de la muqueuse). — Th. Billroth, *Müll. Arch.*, 1858, p. 148 (nerfs). — R. Remak, in *Müll. Arch.*, 1858, p. 189

(ganglions de l'intestin). — W. Krause, in *Anat. Unters.*, 1861, p. 64 (ganglions de l'intestin). — Heidenhain, in *Moleschott's Unters.*, t. IV; *Symbol. ad anat. gland. Peyeri*, Vrastisl., 1859, et *Müll. Arch.*, p. 474 (voies d'absorption de la graisse). — W. Lambl, in *Prag. Vierteljahrschr.*, 1859, p. 1 (épithélium de l'intestin). — W. Breiter et H. Frey, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XI, p. 126 (ganglions de l'intestin). — E. Rindfleisch, in *Virch. Arch.*, XXII, p. 260 (structure des muqueuses). — A. Wiegandt, *Unters. ub. d. Dünndarm-Epithel. und dessen Verh. z. Schleimhautstrome.* Dorp., 1860. *Diss.* — C. Balogh, in *Moleschott's Unters.*, VII (épithélium). — L. Auerbah, *Ueber einen Plexus myentericus.* Breslau, 1862. — W. His, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XI, p. 146; XII, p. 223; XIII, p. 453 (glandes de Peyer, vaisseaux lymphatiques). — H. Frey, in *Vierteljahrschr. d. Züricher naturf. Ges.*, t. VII, 1862; *Zeitschr. f. w. Zool.*, XII, p. 336; XIII, p. 1 et 28; *Virch. Arch.*, t. XXXVI, p. 344 (lymphatiques). — A. Schärtl (et Frey), *Einige Beobachtungen über den Bau der Dünndarmschleimhaut.* Zürich, 1862, *Diss.* — Eberth, in *Würzb. nat. Zeitschr.*, II, p. 171; V, p. 11 (muqueuse épithélium). — E. Wiehen, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XIV, p. 203 (épithélium). — Klebs, in *Virch. Arch.*, t. XXXII, p. 168 (nerfs des muscles lisses). — W. Dönitz, in *Arch. f. Anat.*, 1864, p. 367 (muqueuse); 1866, p. 757 (épithélium). — W. Krause, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XIV, p. 71 (muqueuse). — L. Fasce, in *Journ. de l'anat. et de la phys.*, I, fig. 623 (couche musculeuse de la muqueuse). — A. Basch, in *Wien. Sitzungsb.*, t. LI (muqueuse). — J. A. Fles, in *Handl. t. d. stelselm. Ontleedkunde v. d. Mensch.*, 2. éd. 1865 ? (muqueuse). — R. Cobelli, in *Wien. Sitzungsb.*, t. L (glandes gastriques). — L. Letzerich, in *Virch. Arch.*, t. XXXVII, p. 232 (épithélium). — Th. Eimer, in *Virch. Arch.*, t. XXXVIII (épith.). — E. Schultze, in *Centralbl. f. d. med. Wiss.*, 1866, n° 11, et *Arch. f. mikr. Anat.*, t. III, p. 145 (épithélium). — Parmi les planches, nous citerons celles d'Ecker, *Icon.*, pl. I, II (très-belles), et de Funke, Atlas, pl. VIII. Voy. en outre les mémoires de v. Recklinghausen, Auerbach, His, Œdmanson, Langer, cités à propos des lymphatiques.

SECTION II

DU FOIE

§ 155. **Structure générale.** — Le foie est une glande volumineuse qui se distingue des glandes composées décrites jusqu'à présent (des glandes salivaires, par exemple) par l'union intime des divers segments qui la constituent. Eu égard à la structure de son parenchyme sécréteur, le foie des animaux supérieurs mérite une place toute spéciale. Les parties qui le composent, ou qui lui appartiennent, sont : 1° le *parenchyme sécréteur*, constitué par les *réseaux de cellules hépatiques*, formant les lobules ou îlots du foie, et les *capillaires biliaires ;* 2° les *conduits excréteurs* qui naissent de ces capillaires; 3° des *vaisseaux sanguins* très-nombreux; 4° beaucoup de *vaisseaux lymphatiques* et de *nerfs;* 5° enfin, une *enveloppe péritonéale* et une certaine quantité de substance conjonctive entourant ces diverses parties.

§ 156. **Parenchyme sécréteur, lobules et substance du foie.** — Lorsqu'on observe la surface du foie de l'homme, ou celle d'une coupe pratiquée dans cet organe, on constate qu'elles présentent un aspect moucheté. On voit de petites taches rouges ou brunes, de forme étoilée, en-

ourées par une substance d'un jaune rougeâtre (*substance médullaire*, et *ubstance corticale* de Ferrein). Cette différence de coloration dépend uniuement de la distribution inégale du sang dans les vaisseaux de petit alibre et dans les capillaires, et chez l'individu tout à fait sain, on observe énéralement une coloration rouge brun uniforme. L'aspect régulièreent moucheté du parenchyme hépatique a souvent fait admettre dans ette glande l'existence de *lobules*, d'autant mieux que cette disposition xiste manifestement dans un animal souvent étudié sous ce rapport (le ochon); mais le foie humain ne présente rien de semblable, ainsi que . H. Weber l'a montré le premier, en 1842. Dans le foie humain, l'appaeil sécréteur se trouve, dans toute l'étendue de la glande, en connexion ntime avec les parties les plus importantes du système vasculaire, c'est-dire avec le réseau capillaire intermédiaire à la veine porte et aux veines épatiques. On serait dans l'erreur, toutefois, si l'on envisageait le parenhyme sécréteur du foie comme présentant une structure uniforme dans ous ses points. Cette glande se compose d'une foule de petits départenents qui, bien que n'étant nullement séparés les uns des autres, possèlent néanmoins une certaine individualité. Ces *lobules hépatiques* (si l'on peut continuer à les appeler ainsi), ou *îlots hépatiques* (Arnold) résullent : 1° de ce que les plus petits rameaux des vaisseaux sanguins afférents et efférents (veines *interlobulaires* et *intralobulaires* de Kiernan) sont situés, dans toute l'étendue du foie, à une distance à peu près égale les uns des autres, de telle sorte que le foie est composé de petits fragments polyédriques, de 0^{mm}, 7 à 1 ou 2,2 millimètres de diamètre, qui tous donnent naissance, par leur partie centrale, à une radicule de la veine hépatique, et reçoivent à leur surface un certain nombre de ramifications rès-fines de la veine porte, et aussi de l'artère hépatique; 2° de ce que les ommencements des canaux hépatiques ou canaux excréteurs du foie e sont pas disséminés irrégulièrement dans le parenchyme, mais tellement disposés qu'ils ne se montrent qu'à une distance de 0^{mm}, 3 à 1 millimètre des origines des veines hépatiques et qu'ils cheminent avec les ameaux les plus déliés de la veine porte. De là résultent, dans le foie, de etites masses formées exclusivement par le parenchyme sécréteur, des apillaires et les origines des veines hépatiques; tandis que dans leurs inrvalles, on trouve, outre le parenchyme et les capillaires, les origines es canaux hépatiques et les dernières divisions de la veine porte et de artère hépatique. Ces branches vasculaires arrivent vers les masses bulaires non pas d'un seul côté, mais de divers côtés à la fois; elles se ouvent renforcées et réunies entre elles par du tissu conjonctif, formant insi autour des masses lobulaires des cercles, interrompus, il est vrai, par laces, mais cependant assez complets.

L'étude du foie lobulé de certains animaux (cochon, ours blanc, d'après J. Müller) t d'une haute importance pour la connaissance de la structure de cet organe chez omme. J'ajoute ici, pour cette raison, le tableau de la structure du foie de cochon.

Lorsqu'on examine ce foie sur des coupes, ou autrement, on s'aperçoit qu'il est divisé en une multitude de petites circonscriptions, d'une dimension assez uniforme de 1 millimètre à 2 millimètres 1,2, non complétement régulières, polygonales. Ces lobules, formés par le parenchyme propre du foie, sont limités par des cloisons blanchâtres, très-visibles à l'œil nu. Quand on racle la tranche du foie avec le manche d'un scalpel, les lobules dont nous parlons se détachent sous la forme de petites masses égales et anguleuses, et les capsules qui les entourent restent sur la tranche comme de petites cases vides, ou comme les alvéoles d'une ruche d'abeilles. Ces capsules deviennent plus évidentes encore lorsqu'on malaxe doucement sous l'eau,



Fig. 299.



Fig. 300.

avec les doigts, un petit fragment de foie, qu'on le nettoie complétement et qu'on l'examine ensuite sur un fond noir ; de cette manière quelques-unes des cases sont à peine déchirées, demeurent presque complétement closes, et se montrent nettement comme de véritables capsules. Chaque lobule du foie, d'après Beale, est entouré d'une capsule propre, mais ces capsules sont unies entre elles par du tissu conjonctif plus lâche ; il en résulte *une sorte de réseau, étendu dans toute l'épaisseur du foie*, et dans les mailles duquel sont contenus les lobules hépatiques. Lorsqu'on examine de plus près les capsules ou cloisons de séparation des lobules, on trouve qu'elles sont constituées principalement par les prolongements de la couche de tissu conjonctif qui accompagne la veine porte et l'artère hépatique, c'est-à-dire par la *capsule de Glisson*, mieux appelée *gaine* de Glisson ; qu'elles adhèrent également, à la surface du foie, à l'enveloppe séreuse de cet organe, et dans la profondeur, aux grosses veines hépatiques.

C'est Kiernan qui, le premier, a bien saisi les rapports des lobules avec les vais-

Fig. 299. — Fragment d'un foie de cochon, avec une veine hépatique ouverte. Faible grossissement. — *a*, grosse veine dans laquelle ne s'ouvrent point encore de veines intralobulaires ; *b*, rameau de cette veine et orifices des veines intralobulaires On aperçoit au travers des parois les bases des lobules. D'après Kiernan.

Fig. 300. — Rameau ouvert de la veine porte du cochon, avec les ramuscules de l'artère hépatique et des conduits hépatiques qui l'accompagnent. D'après Kiernan.

seaux du foie, lorsqu'il a dit que ces lobules reposent sur les rameaux des veines hépatiques comme les feuilles sur leur pétiole. Lorsqu'on ouvre une petite branche de la veine hépatique, on trouve, en effet, qu'elle est entourée de toutes parts de lobules, et qu'elle reçoit de chaque lobule une petite veinule, de manière que les lobules paraissent fixés sur le vaisseau comme par de courts pédicules (voy. fig. 299, b b b). Or, comme cette disposition se rencontre depuis les veines d'un diamètre moyen jusqu'aux veines intralobulaires, on peut, non sans motif, comparer les veines hépatiques et les lobules du foie à un arbre dont les rameaux seraient couverts de feuilles polygonales, appliquées les unes contre les autres, et si nombreuses que l'ensemble du feuillage ne formerait en quelque sorte qu'une seule masse. Si l'on suppose maintenant que dans cet arbre veineux hépatique vienne s'insinuer un autre système vasculaire ramifié, tellement enchevêtré avec lui que les plus gros rameaux de ce système cheminent dans les intervalles qui séparent les principaux groupes de lobules, et que les plus petits pénètrent dans les espaces secondaires de ces groupes et entre les lobules eux-mêmes (si bien que chaque lobule se trouve en contact avec les ramuscules les plus fins de cet autre système vasculaire et reçoit en même temps une gaîne de tissu conjonctif qui accompagne ces vaisseaux) ; et l'on se fera une idée aussi exacte que possible des rapports de la veine porte avec la masse lobulaire. — Quant aux conduits hépatiques et à l'artère hépatique, ils accompagnent simplement la veine porte; il n'est donc pas nécessaire d'insister sur ce point. — La *forme des lobules* du foie de cochon est polyédrique. Des coupes transversales ou longitudinales présenteront donc 4, 5 ou 6 angles, irrégulièrement distribués.

Dans le foie de l'homme, le tissu conjonctif qui accompagne les divisions de la veine porte, est peu abondant dans les intervalles des îlots hépatiques; il n'existe autour des îlots ni capsules de tissu conjonctif, ni réseaux vasculaires qui les enferment d'une manière complète. Dans la cirrhose du foie, le tissu conjonctif augmente considérablement dans le parenchyme hépatique; les îlots sécréteurs peuvent alors se montrer plus isolés, ou même être séparés en véritables lobules. — La substance rouge brun du foie est plus molle que l'autre, parce qu'elle contient plus de liquide; elle s'affaisse aussi davantage, à la surface du foie aussi bien que sur les coupes de cet organe; elle se laisse enlever plus facilement par le grattage et se détache aisément, en partie, sur des tranches minces de tissu hépatique. La couche corticale, qui forme une espèce de réseau autour de la portion rouge brun, présente des parties étroites (*fissures interlobulaires*, de Kiernan) et d'autres plus larges et anguleuses (*espaces interlobulaires*) dans lesquelles il n'est pas rare de voir un point sanguin, dû à un ramuscule de la veine porte. Il peut arriver, par suite de la congestion du réseau capillaire (et, d'après Theile, c'est la règle dans la plupart des foies humains normaux), que les fissures interlobulaires disparaissent et que la substance jaune se présente sous la forme de taches séparées les unes des autres par la substance brune, disposée en forme de réseau. J'ai trouvé qu'à l'état frais le foie est, le plus souvent, à peu près uniformément coloré, ainsi que je l'ai dit plus haut. — Kiernan décrit encore, chez les enfants, une inversion de coloration, dépendant principalement d'une congestion du côté de la veine porte, d'où il résulterait que les portions extérieures des lobules sont les plus injectées et les plus foncées en coloration; il ne m'a pas été donné, non plus qu'à Theile, d'observer cette disposition.

§ 157. **Cellules hépatiques et réseau des cellules hépatiques.** — Chaque *îlot du foie* comprend trois éléments : 1° un *réseau de capillaires sanguins*, en communication, d'une part, avec les ramuscules les plus fins de la veine porte, et, d'autre part, avec les origines de la veine hépatique qui occupe le centre de l'îlot; 2° un réseau de *vaisseaux lymphatiques*, entourant comme des gaînes tous les vaisseaux sanguins; 3° un *réseau de lamelles* et *cordons délicats*, qui se compose de cellules juxta-

posées, les *cellules hépatiques*, serrées les unes contre les autres, sans tissu intermédiaire. Ces trois réseaux sont tellement enchevêtrés que les mailles de l'un sont *complétement comblées* par les éléments des autres; tout au moins sur des pièces injectées naturellement ou artificiellement, ne distingue-t-on aucun espace appréciable entre eux. Jusqu'à ces derniers temps, il avait été impossible de trouver, dans l'intérieur des îlots hépatiques, aucun indice certain des canalicules biliaires; mais, grâce aux efforts combinés de nombreux investigateurs, il est aujourd'hui démontré que partout, entre les cellules hépatiques, se trouvent des canaux déliés, qui ne sont autre chose que les plus fins conduits biliaires (fig. 301-303). Les cellules hépatiques représentent l'épithélium des autres canaux glandulaires mais elles ne forment pas, comme dans les autres glandes, des canaux ou des vésicules distincts, dont les lumières seraient les *canalicules biliaires capillaires*; ceux-ci sont *partout* entourés de cellules et figurent plutôt des canaux intercellulaires au sein d'une masse continue de cellules. Outre ces éléments, les lobules hépatiques ne renferment qu'une petite quantité de *substance conjonctive* simple, peut-être aussi des nerfs.

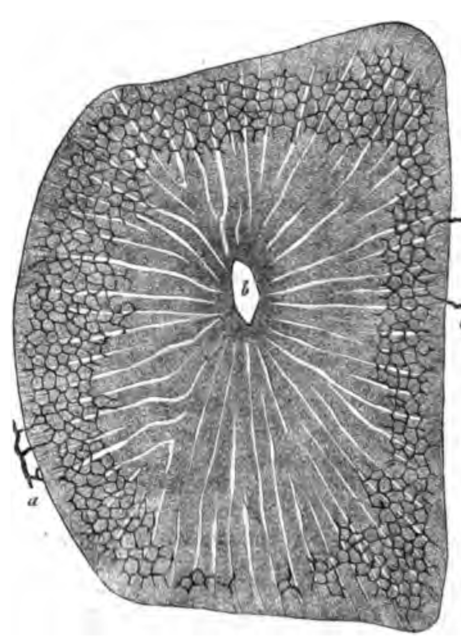


FIG. 301.

Les *cellules hépatiques* s'isolent avec une grande facilité; elles ont en moyenne 18 à 26 μ (au minimum et 13 au maximum, 35 μ); leur forme est celle des éléments du parenchyme végétal à cellules polygonales, seulement elles sont un peu moins régulières. Chaque cellule, en effet, présente deux espèces de facettes, les unes *excavées*, en rapport avec un capillaire sanguin, les autres *planes*, par lesquelles les cellules se touchent entre elles. Les meilleures notions sur la forme des cellules nous sont fournies par des coupes des lobules hépatiques faites perpendiculairement et parallèlement à la veine centrale. Les premières ou coupes transversales (fig. 302) présentent généralement les cellules sous la forme de corpuscules à 4, 5 ou 6 faces, allongés dans le sens des rayons de la section, et dont beaucoup touchent par un ou par les deux bords latéraux à des vaisseaux sanguins; tandis que sur des coupes longitudinales (fig. 303),

FIG. 301. Fragment d'une section transversale d'un lobule hépatique du lapin. Grossissement de 400 diamètres. *b*, capillaires sanguins; *g*, capillaires biliaires; *l*, cellules hépatiques.

les cellules font, en général, l'effet de quadrilatères, c'est-à-dire se touchent par quatre faces, et en outre touchent à quatre capillaires par des facettes en gouttière. Il résulte de là que la forme ordinaire des cellules hépatiques est celle de petites colonnes à 5 ou 6 pans, avec 7 ou 8 faces et 4 gouttières pour les vaisseaux sanguins (moi) ou d'octaèdres à sommet tronqué (Hering), et par conséquent chaque cellule hépatique toucherait à 7-10 cellules voisines.

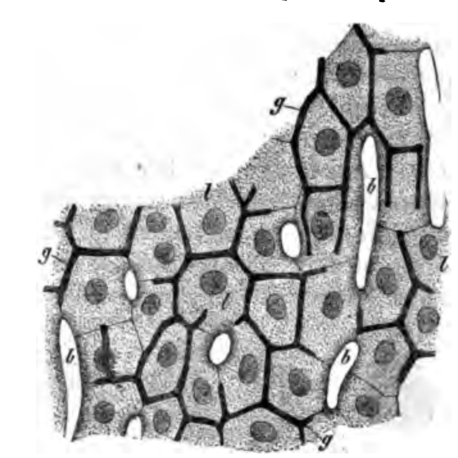


Fig. 302.

Il n'est pas certain que les cellules hépatiques possèdent une membrane d'enveloppe, et les doutes élevés à ce sujet de divers côtés sont évidemment fondés. D'après les éclaircissements qu'Eberth a donnés tout récemment sur le revêtement des capillaires biliaires (voy. ci-dessous), on peut dire que les cellules possèdent manifestement une limite membraneuse (cuticule) partout où elles forment la limite des plus fins conduits biliaires; tandis que dans les autres points, elles sont dépourvues, au moins, d'une membrane démontrable. Le contenu des cellules, à l'état normal (et il est rare de trouver cet état chez l'homme), consiste en une substance finement granulée, légèrement jaunâtre, semi-liquide. Cette substance, comme tend à le démontrer l'observation microscopique, contient vraisemblablement les éléments essentiels de la bile. Il y a, en outre, dans l'intérieur des cellules un noyau arrondi, vésiculeux, de 6 à 9 μ de diamètre, pourvu d'un nucléole; dans beaucoup de cellules, le noyau est *double*.

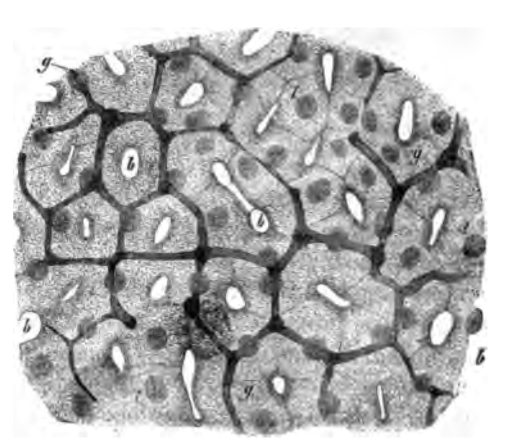


Fig. 303.

Fig. 302. Fragment d'une section longitudinale d'un lobule hépatique du lapin. Grossissement de 400 diamètres. Dessin de Carl Genth. Les lettres comme dans la fig. 301.

Fig. 303. Section transversale d'un lobule du foie de lapin injecté au bleu de Prusse. Grossissement de 100 diamètres. — *a*, conduits biliaires interlobulaires, se continuant avec le réseau des capillaires biliaires. On voit, en outre, les trabécules de cellules hépatiques et les lacunes occupées par les vaisseaux sanguins entre les trabécules.

On trouve souvent aussi dans les cellules hépatiques des *gouttelettes graisseuses* et des *granulations pigmentaires jaunes*; sur des foies qui ont subi la dégénérescence graisseuse, on rencontre (voy. fig. 304, *c*) des gouttelettes graisseuses dans toutes les cellules hépatiques, et en quantité telle que ces cellules revêtent la forme de certaines cellules adipeuses ; elles se trouvent alors remplies à peu près complétement, soit par un petit nombre de grosses gouttelettes graisseuses, soit par une foule de petites, si bien que le noyau de la cellule ne peut plus être distingué. Entre ces cellules complétement remplies par la matière grasse jusqu'aux cellules ordinaires, qui ne présentent qu'un petit nombre de gouttelettes graisseuses ou une seule gouttelette un peu plus grosse, on peut observer toutes les transitions. Sur les cadavres humains, on rencontre presque toujours, dans le foie, un certain nombre de cellules hépatiques contenant quelques gouttelettes graisseuses, de telle sorte que si l'on ne comparait pas cet état de choses avec ce que nous montrent les animaux, où les gouttelettes de graisse manquent ordinairement, on pourrait être tenté de le considérer, tout ou moins dans son plus faible degré, comme l'état normal. On peut presque en dire autant des *granulations pigmentaires* (voy. fig. 304, *b*). Quand ces granulations se présentent en grande quantité, on peut affirmer que cela est anormal; lorsqu'elles sont isolées, on peut les considérer comme une légère déviation de l'état physiologique. Ces granulations sont petites, jaunes ou jaune brun; elles dépassent rarement 2 μ, et se comportent à l'égard des réactifs absolument comme la matière colorante de la bile qui se précipite dans le canal intestinal. L'acide azotique, en effet, ne modifie point leur couleur et les alcalis caustiques ne les dissolvent point.



Fig. 304.

Pour se faire une idée exacte du mode d'arrangement des cellules dans les lobules hépatiques, il faut se figurer ces lobules comme des *masses continues de cellules, dans lesquelles est creusé un réseau serré de canaux destinés aux vaisseaux sanguins* (et lymphatiques). Quand on sait, d'ailleurs, que les vaisseaux sanguins ont un diamètre moyen de 9-12 μ, et que les mailles de leurs réseaux, occupées par les cellules hépatiques, ont un diamètre de 22 à 23 μ en moyenne, on spécifie assez exactement, d'une manière générale, la part qui revient aux vaisseaux et aux cellules hépatiques dans la formation des lobules du foie.

Fig. 304. — Cellules hépatiques de l'homme. Grossissement de 400 diamètres. *a, a, a, a*, cellules à peu près normales ; *b, b*, cellules renfermant des granulations colorées ; *c, c, c, c*, cellules contenant des gouttelettes graisseuses.

Si l'on veut apprécier convenablement les diverses particularités de la structure du foie, il est surtout indispensable de savoir : 1° que les vaisseaux sanguins des lobules cheminent principalement en rayonnant, c'est-à-dire de la superficie vers la veine centrale, et qu'ils sont unis entre eux par de courtes anastomoses latérales, de telle façon qu'il en résulte des mailles allongées dans le sens de la direction des vaisseaux principaux; et 2° que les intervalles entre les capillaires radiés ont, en général, exactement le diamètre d'une cellule hépatique. Si l'on pratique des sections transversales et longitudinales des lobules (fig. 302 et 303), les cellules hépatiques se montrent sous la forme de séries simples, anastomosées entre elles en réseau, avec des interstices vasculaires en fente dans un cas, avec des interstices arrondis dans l'autre, disposition qui m'a conduit, à une certaine époque, à décrire ces séries sous le nom de

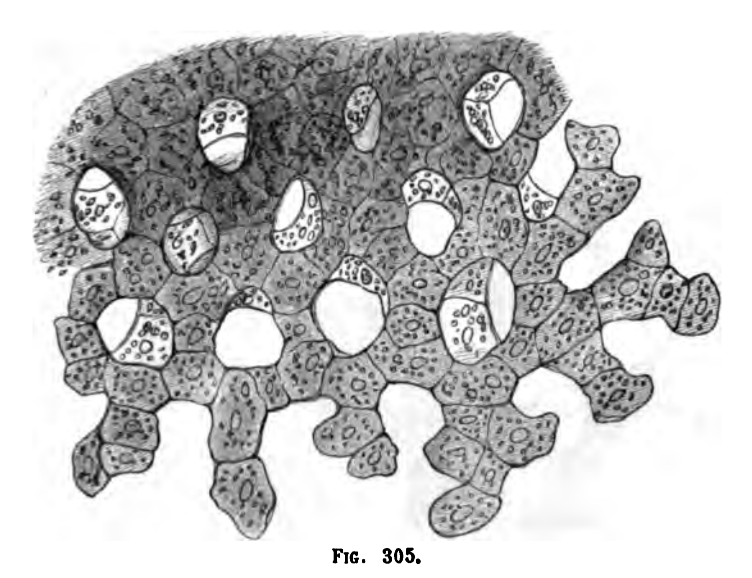


FIG. 305.

trabécules de cellules hépatiques. Mais comme ce nom pourrait faire croire que les cellules hépatiques sont réunies en masses cylindriques, ce qui n'est pas, je change ce nom contre celui de *feuillets de cellules hépatiques*, qui doit exprimer que les cellules hépatiques sont disposées en plaques aplaties autour des vaisseaux. Il s'ensuit que les feuillets de cellules hépatiques constituent un corps alvéolaire, dont les cavités sont occupées par les capillaires. L'épaisseur de ces feuillets, sur une section longitudinale des lobules (fig. 303), ne dépasse pas la largeur d'une cellule hépatique ; sur une section transversale, ils se présentent sous la forme de lamelles con tinues, qui ne sont interrompues que d'espace en espace, et à des distances

FIG. 305. — Portion du réseau des cellules hépatiques de l'homme ; cette portion a été prise à la surface d'un îlot hépatique et présente de larges espaces vasculaires. Grossissement de 450 diamètres.

qui répondent à 3 ou 4 cellules hépatiques, par une lacune occupée par un rameau latéral des capillaires. On pourrait donc dire aussi que les feuillets de cellules hépatiques constituent un système aréolaire à cavités cylindriques, rayonnées, unies entre elles, à des intervalles assez grands, par de courts canaux transversaux et longitudinaux.

Les connexions des cellules hépatiques avec les vaisseaux sanguins ne sont pas partout les mêmes. Quand les vaisseaux sont larges, comme à la surface et au centre des lobules (fig. 305), chacun d'eux, sur section transversale, est limité par 5 à 9 cellules; dans le cas contraire (fig. 303), il n'est entouré que de 3 à 5 cellules. En d'autres termes, dans ce dernier cas, chaque cellule est en contact avec trois ou quatre vaisseaux capillaires, dans le premier, avec un ou deux seulement, en général. Du reste, la première disposition est de beaucoup la plus fréquente, ce qui certainement est d'un haut intérêt physiologique.

Dans les feuillets de cellules hépatiques cheminent les plus fins conduits biliaires capillaires, entourés de toutes parts de cellules hépatiques. Néanmoins, chez l'homme et chez les animaux supérieurs, les cellules et les cavités qui reçoivent la bile n'ont point les connexions qu'on rencontre ailleurs entre les cellules glandulaires et les canaux glandulaires; aussi n'est-ce qu'au bout d'un temp très-long qu'on a reconnu la véritable structure du tissu sécréteur du foie.

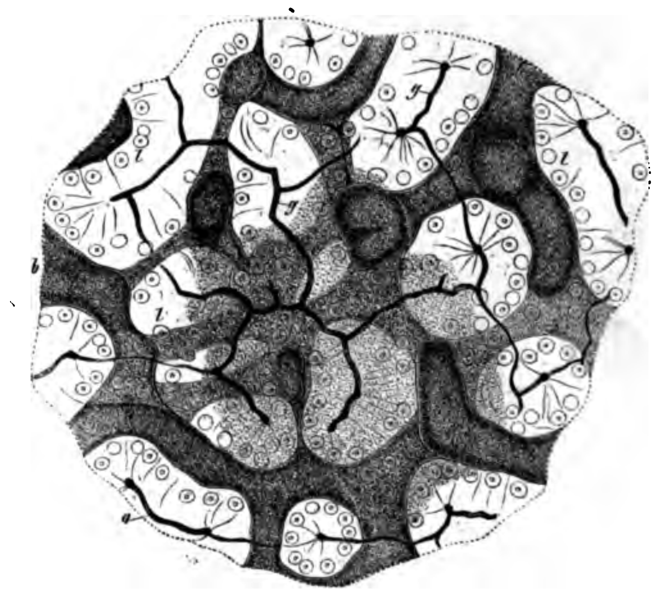


FIG. 306.

FIG. 306. — Foie de lapin dont les canaux biliaires *g* ont été injectés avec du bleu de Prusse, les vaisseaux *b* avec de la gélatine et du carmin. — *l*, cellules hépatiques. Grossissement de 270 diamètres. D'après Hering.

Dans la description des canaux biliaires les plus fins, le point de départ le plus convenable est le foie des amphibies, qui, d'après la découverte de Hering, confirmée par Eberth, présente à peu près la structure des glandes tubuleuses ordinaires. Dans un foie de *Coluber natrix* (fig. 306), on trouve, d'après les communications de Hering, en place des trabécules de cellules hépatiques des mammifères, des canaux à parois épaisses et à lumière très-fine, qui ont, d'une manière générale, la structure des éléments des glandes tubuleuses. Ces conduits sécréteurs du foie ont un épithélium formé d'une seule couche de grosses cellules, dont cinq ou un plus grand nombre sont situées sur le pourtour du canal, qui n'a pas plus de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{11}$ du diamètre des conduits glandulaires. Du reste, ces conduits forment un réseau serré, dont les mailles ont, en général, un plus faible diamètre que les conduits eux-mêmes, et sont occupées par les vaisseaux sanguins. Dans le voisinage des canaux de la veine porte, les grosses cellules épithéliales des conduits hépatiques (c'est-à-dire les cellules hépatiques) sont remplacées par de petites cellules épithéliales pavimenteuses, de telle façon, cependant, que généralement les dernières cellules hépatiques sont plus petites et renferment de plus petits noyaux que les autres. En outre, la lumière des canaux biliaires s'élargit, mais graduellement.

D'après Hering, le foie des poissons, des reptiles et des oiseaux aurait une texture tubuleuse, dont on pourrait s'assurer déjà sur les sections de l'organe durci et non injecté, bien qu'il soit rarement possible de distinguer la lumière des canaux biliaires sous la forme de petits orifices. Mais la même observation s'applique, comme Hering le fait remarquer avec raison, à la plupart des autres glandes, dont la lumière serait, en général, bien plus étroite qu'on n'a coutume de la figurer. Eberth a fait la même remarque pour les amphibies ; seulement, d'après lui, les canalicules hépatiques sécréteurs possèderaient une cuticule, qui se montrerait déjà dans les canaux biliaires interlobulaires, et qui, par conséquent, représenterait la véritable limite des canaux biliaires les plus fins.

Si maintenant, de la texture du foie des vertébrés inférieurs, on passe à celui des mammifères, on constate, comme Hering le premier l'a fait remarquer avec raison, que ce dernier *est conformé bien différemment* et *ne présente aucune trace de texture tubuleuse.* Il est vrai qu'on y trouve également, comme l'ont démontré les récentes injections de Budge, Andréjević et Mac Gillavry, des canaux biliaires très-fins ou des capillaires biliaires dans les lobules hépatiques, capillaires qui communiquent librement avec les conduits biliaires interlobulaires, et que là aussi les cellules hépatiques représentent l'épithélium des canaux biliaires les plus fins. *Mais ces cellules épithéliales ne forment point des tubes distincts*, même de l'espèce la plus simple, renfermant chacun un capillaire biliaire ; au contraire, ceux-ci *figurent des conduits intercellulaires, cheminant partout où deux cellules hépatiques se touchent.*

Ces capillaires biliaires, qui sur de bonnes injections se distinguent par

leur forme cylindrique, par leur trajet en général rectiligne et par l'absence de dilatations à leurs points d'union, et dont le diamètre oscille entre 1,2 à 1,5-2 μ, sont disposés de la manière suivante : sur des sections qui ont intéressé transversalement un certain nombre de capillaires sanguins, on reconnaît que partout où deux cellules hépatiques se touchent, il existe à la partie moyenne des surfaces en contact un capillaire biliaire coupé transversalement (fig. 307). Ces *conduits radiés*, comme je les appellerai, se montrent, sur toutes les sections qui n'ont pas une finesse extrême (fig. 303), unis entre eux par des *anastomoses transversales*, d'où résultent des mailles polygonales, de 18-24-35 μ de largeur, entourant les capillaires sanguins, dont elles sont distantes d'environ la moitié ou le tiers du diamètre d'une cellule hépatique. De même que les capillaires biliaires occupent les faces latérales des cellules hépatiques, les conduits transversaux sont situés entre les faces terminales de deux cellules voisines, comme on le voit nettement sur des sections qui présentent les capillaires sanguins dans le sens de la longueur (fig. 303, 308), et sur lesquelles les diverses cellules hépatiques paraissent entourées plus ou moins complétement par des mailles polygonales de capillaires biliaires. En conséquence, toute cellule hépatique est en contact, sur chacune de ses faces, avec un capillaire biliaire unique, en d'autres termes, chaque cellule hépatique occupe une maille formée par 7-10 capillaires du réseau extrêmement fin des conduits biliaires. Du reste, les capillaires biliaires ne sont pas régulièrement perpendiculaires les uns aux autres; en rapport avec la forme polygonale des cellules hépatiques, ils forment, sur les sections des lobules, des mailles polygonales, parallèles à la direction

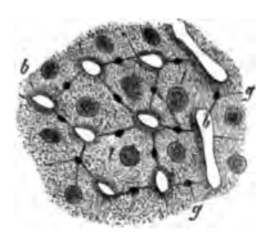


Fig. 307.

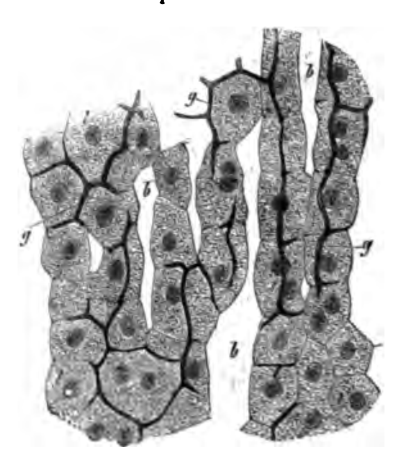


Fig. 308.

Fig. 307. — Section très-fine, perpendiculaire à la direction principale de vaisseaux (parallèle à la veine centrale), d'un lobule hépatique du lapin. On voit les vaisseaux sanguins vides, les sections transversales des capillaires biliaires injectés, et les cellules hépatiques. Grossissement de 350 diamètres. Dessin de Carl Genth.

Fig. 308. — Portion d'une section d'un lobule hépatique du lapin. Grossissement de 350 diamètres. Les grandes lacunes répondent aux vaisseaux sanguins. Les capillaires biliaires présentent, surtout à droite, des rameaux transversaux, coupés en travers ou suivant la longueur. En raison de la finesse de la coupe, on voit peu de chose du réseau des capillaires biliaires. Dessin de Carl Genth.

rincipale des capillaires sanguins et dont le diamètre est, en général, gal à celui d'une cellule hépatique.

Les capillaires biliaires ne cheminent jamais le long des surfaces étroites et excavées u des arêtes des cellules hépatiques qui regardent les capillaires sanguins, comme Mac illavry l'a affirmé à tort contre Andréjevié et Brücke. Sur les faces correspondantes es cellules ils ne paraissent jamais non plus cheminer le *long* des arêtes, dont les extré-nités touchent à des vaisseaux sanguins; ils semblent toujours se trouver entre deux ices et croiser seulement les arêtes. Hering nie l'existence, pour ces capillaires, d'une aroi spéciale, admise plus ou moins explicitement par tous les observateurs antérieurs. berth, au contraire, se prononce en faveur de l'existence de cette paroi, avec rai-on à mon avis; il la considère comme une cuticule. Quoi qu'il en soit, il est cer-ain que les capillaires biliaires sont des conduits intercellulaires spéciaux, qui se istinguent des véritables canaux glandulaires, représentant également, il est vrai, le semblables conduits, par cette particularité qu'ils ne sont jamais limités que par ne faible portion de la paroi de cellule dirigée vers la lumière du canal, et que, ar conséquent, ils sont très-étroits. Dans toutes les autres glandes, d'ailleurs, les ellules ne contribuent que par une seule de leurs parois à la formation des canaux lestinés à recevoir le produit de sécrétion; tandis que dans les cellules hépatiques, toutes les parois y contribuent, à l'exception de celles qui touchent les capillaires sanguins. Il n'existe aucune autre glande dont les éléments présentent des con-nexions aussi multipliées que le foie avec la fonction de sécrétion.

La *substance conjonctive* des lobules hépatiques consiste, d'après mes observations, en une quantité extrêmement minime d'une substance homogène amorphe, et d'un certain nombre de *corpuscules de tissu conjonctif* délicats, étoilés, à noyau. Ces deux éléments sont situés entre les vaisseaux et les réseaux de cellules hépatiques. D'après His (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, X, p. 340, pl. XXVIII, fig. 14), ce tissu interstitiel se pré-sente aussi isolément, sous la forme de fines trabécules non vasculaires, qui unissent les capillaires entre eux, de sorte que, en certains points, les feuillets de cellules hépa-tiques ne seraient limitées que par le tissu conjonctif. J'ai pu observer le même fait, ainsi que Henle (*Splanchn.*, fig. 143); cependant je n'oserais me prononcer au sujet de la signification de ces trabécules non vasculaires. Je ferai remarquer seulement que ce sont peut-être des capillaires en voie de formation ou de destruction, ou en-core des filaments appartenant aux corpuscules de tissu conjonctif.

Les investigations de ces dernières années ont jeté une vive lumière sur la struc-ture intime du foie. Aussi est-ce aujourd'hui seulement qu'on peut dire que l'on est, sous certains rapports, arrivé à une solution dans l'étude de cet organe, si diffi-cile à comprendre. Renvoyant, pour l'historique de la question, à ma *Mikr. anat.* et aux précédentes éditions de ce manuel, ainsi qu'à la *splanchnologie* de Henle, je me bornerai ici à indiquer rapidement le développement graduel des opinions qui ont cours actuellement.

Depuis de longues années, Gerlach était parvenu à suivre les prolongements des conduits biliaires interlobulaires, au moins jusque dans les couches superficielles des lobules, mais sans pouvoir trouver la solution de la structure de ces conduits et de leurs rapports avec les cellules hépatiques. C'est en 1859 que J. Budge réussit pour la première fois à injecter les véritables conduits biliaires les plus fins dans l'inté-rieur des lobules. D'après cet anatomiste, les conduits biliaires interlobulaires, après s'être rétrécis jusqu'à 9-11 μ, deviennent subitement des canalicules biliaires capillaires, de 4-5 μ, et dans cet état, ils forment, à travers tout le lobule, un ré-seau à mailles polygonales, dont chacune, si l'on en juge d'après ses figures, ne renferme qu'une cellule. Antérieurement à Budge, H. D. Schmidt, de Philadelphie, avait annoncé qu'il avait réussi à injecter les conduits biliaires capillaires des lobules hépatiques et à isoler les parois amorphes de ces conduits sur des foies frais, et l'on peut, après tout, admettre qu'il a réussi en effet, au moins quant au premier

point. Mais les figures de Schmidt (1 et 2) ne s'accordent guère avec la disposition des plus fins canaux biliaires, telle que nous la connaissons aujourd'hui; seule sa figure 3 se rapproche quelque peu de la vérité.

Puis vinrent les travaux importants d'Andréjevié et de Mac Gillavry. D'après Andréjevié, les conduits interlobulaires multiples envoient de toutes parts dans les lobules des branches, qui conservent leur caractère rameux jusqu'à une profondeur plus ou moins grande, puis se résolvent en un réseau très-fin traversant le lobule tout entier, réseau dont les canalicules cylindriques, de 1,47 à 1,51 μ de diamètre, sont appliqués contre les facettes des cellules hépatiques, et dont les points nodaux répondent aux angles de cellules; de telle sorte, cependant, que *chaque canalicule biliaire est entouré de toutes parts de cellules hépatiques* et que les arêtes des cellules qui sont appliquées contre les vaisseaux sanguins ne présentent point de canaux biliaires, non plus que celles qui se dirigent vers les vaisseaux sanguins. Il décrit ensuite très-bien la configuration des sections transversales et longitudinales des lobules; il laisse indécise la question de savoir si les canalicules biliaires les plus fins possèdent ou non une membrane, bien qu'il soit porté pour l'affirmative. Nous devons à Mac Gillavry les premières figures complétement satisfaisantes des plus fins canalicules biliaires, qu'il envisage comme Andréjevié. Il admet dans chaque lobule hépatique deux réseaux, dont les mailles peuvent prendre toutes les directions possibles relativement à un plan déterminé; la surface limitée par une maille est généralement recourbée, rarement plane; l'un des réseaux (les vaisseaux sanguins) a de larges mailles, l'autre, de petites mailles; ils se traversent l'un l'autre, et c'est un hasard si les tubes des deux systèmes se touchent, s'enlacent ou marchent indépendamment les uns des autres. Ainsi, Mac Gillavry est d'un avis différent de celui d'Andréjevié et aussi de Brücke (*Wien. Sitzungsber.*, 50 II), d'après lequel les capillaires biliaires et les vaisseaux sanguins ne se touchent jamais. Il s'accorde, d'autre part, avec Andréjevié en ce qu'il se prononce également en faveur de l'existence d'une membrane dans les plus fins conduits biliaires, et qu'il assure avoir observé effectivement cette membrane.

Les importantes données d'Andréjevié et de Mac Gillavry furent bientôt confirmées par Frey et Irminger, dont les diverses observations s'accordent avec celles de Mac Gillavry, et qui donnent 1,3 à 2,8 μ de largeur aux capillaires biliaires et 17 μ de longueur sur 14 μ de largeur aux mailles que ces capillaires forment chez le lapin. C'est aussi dans ce sens que s'exprima Chrzonszczewsky, s'appuyant sur des injections naturelles des capillaires biliaires avec le carmin d'indigo, d'après la nouvelle et ingénieuse méthode inaugurée par cet auteur. Enfin Hyrtl, après avoir fait des injections sur des amphibies, se prononça également en faveur de réseaux complets de canalicules biliaires très-fins, enfermant les cellules hépatiques.

Ainsi, tous les observateurs modernes que nous venons de mentionner s'accordent sur ce point qu'il existe dans le foie un système spécial de conduits biliaires capillaires, situé entre les cellules hépatiques et les vaisseaux sanguins. Mais pour la connaissance parfaite du foie, bien des points laissaient encore à désirer, et notamment on n'avait pas démontré les connexions précises des capillaires biliaires avec les conduits biliaires d'un certain volume, et l'on n'avait point essayé d'établir un parallèle entre la structure du foie et celle des autres glandes, en montrant leur analogie. C'est alors qu'apparurent les recherches récentes de Hering et Eberth, qui eurent le mérite de donner la solution à peu peu complète de ce difficile problème. Au moyen d'injections heureuses du foie chez les vertébrés inférieurs, ces anatomistes démontrèrent que la structure de cet organe ne s'éloigne pas autant, chez tous les vertébrés, de celle d'une glande ordinaire que cela paraît avoir lieu chez les mammifères, et c'est ainsi que l'on entrevit enfin la possibilité de comprendre cet organe chez ces derniers. Du reste, quant à leur manière d'envisager le foie des mammifères, Eberth et Hering ne sont pas parfaitement d'accord, si la courte communication préliminaire du premier de ces auteurs permet de porter un jugement à cet égard. D'après Eberth, les mammifères reproduisent, quant aux points essentiels,

; dispositions que présentent les vertébrés inférieurs, et la différence principale nsiste, à part le diamètre moindre des capillaires biliaires, en ce que chez les emiers, les canaux sont plus ramifiés et plus souvent anastomosés. Pour rendre chose plus saisissable, qu'on se figure, dit Eberth, que les canalicules à épithém du réseau interlobulaire de conduits biliaires se renflent tantôt subitement, ntôt graduellement, au point d'acquérir le diamètre des trabécules de cellules hétiques, en même temps que les cellules de l'épithélium grossissent, tandis que la mière du canal se maintient, et l'on aura une idée théorique du mode de continuité tre les voies biliaires et le parenchyme hépatique. *Les cellules hépatiques seraient nc les véritables épithéliums des canaux biliaires capillaires, et la lumière de ces naux correspondrait à celle des canaux plus volumineux.* D'après Eberth, les capilres biliaires des mammifères ont aussi une paroi propre, constituée par une memane délicate, à double contour, se montrant déjà dans les petits conduits biliaires erlobulaires sous la forme d'une cuticule de l'épithélium pavimenteux simple, et ant la même signification dans les capillaires biliaires, où elle n'offre rien qui nonce qu'elle se compose de cellules.

Hering, au contraire, veut que la structure du foie des mammifères soit *très-différte* de celle que présente le foie des vertébrés inférieurs. Voici comment il décrit disposition des parties : les capillaires sanguins des îlots hépatiques cheminent incipalement dans une direction radiée et s'étendent de l'extrémité libre et du nc de la veine centrale vers la périphérie ; ils se divisent plusieurs fois dichoniquement et à angle aigu et sont tellement rapprochés les uns des autres que deux pillaires voisins ne sont séparés que par la largeur d'une cellule hépatique. Ces pillaires radiés communiquent entre eux par des anastomoses transversales, qui, pendant, sont bien moins nombreuses qu'eux, de sorte qu'il en résulte un réseau nt les mailles sont allongées dans le sens des rayons et complétement remplies r les lobules hépatiques. Chaque cellule hépatique, en général, est serrée entre atre, plus rarement entre trois capillaires radiés et se trouve, de plus, en ntact avec 8 ou 10 cellules voisines par des surfaces planes. Chaque arête d'une llule hépatique ou bien est côtoyée, dans toute sa longueur, par un capillaire sanin, ou au moins le touche par ses deux extrémités. Toujours deux cellules hépanes en contact par leurs faces sont séparées par une cloison tendue entre les calaires. Au milieu de cette cloison cheminent les canalicules biliaires interlobures. Ceux-ci ne sont jamais en contact avec les voies sanguines, ce qui aurait lieu s s'étendaient le long des arêtes, comme Andréjević l'avait à tort admis. Comme ns chaque cloison intercellulaire se trouve, paraît-il, un canal biliaire, et comme canaux biliaires des diverses cloisons sont unis entre eux, ils forment un réseau mailles polygonales, dont le diamètre est celui des cellules hépatiques. En général, aque cellule est entourée de deux mailles, dont les plans se croisent à peu près angle droit.

Les canaux biliaires interlobulaires, auxquels Hering ne reconnaît point de paroi tincte, se continuent, dit-il plus loin, avec les canaux intra-lobulaires de la mare suivante. Ces derniers se détachent généralement à angle droit des premiers ; tôt ils pénètrent d'abord entre les petites cellules de l'épithélium pavimenteux ; es cellules succèdent les grosses cellules hépatiques entre lesquelles ils cheminent suite ; tantôt la paroi du conduit interlobulaire est déjà formée de cellules hépaues sur la face qui est tournée vers l'îlot hépatique, tandis que l'autre face est core constituée par les petites cellules épithéliales, et alors le rameau intra-lobue passe immédiatement entre les cellules hépatiques elles-mêmes. Parfois, aussi, trouve des transitions évidentes entre les deux espèces de cellules. — Sur aucune dix espèces de mammifères qu'il a examinées, Hering n'a pu constater une ucture vraiment tubuleuse, comme Beale l'avait admis ; la manière de voir de cet atomiste ne serait exacte, d'après Hering, qu'autant qu'elle considérerait les cells hépatiques comme un épithélium glandulaire.

Le foie des poissons, des reptiles et des oiseaux, dit Hering en terminant, rentre

sans difficulté dans le type d'une glande tubuleuse en réseau; celui des mammifères n'y peut entrer qu'autant qu'on élargira ce type. Car le foie des mammifères nous présenterait cet exemple, certainement nouveau, d'une glande dont les conduits sécréteurs sont, à la vérité, entourés par l'épithélium glandulaire et séparés par cet épithélium des vaisseaux sanguins, mais dans laquelle, d'une part, les surfaces de contact entre le système des vaisseaux sanguins et l'épithélium glandulaire atteignent une étendue énorme, par suite de cette circonstance que chaque cellule glandulaire est en contact avec 3-4 capillaires, et d'autre part, les canaux sécréteurs atteignent une longueur totale étonnante, parce que chaque cellule glandulaire forme avec chacune de ses 8-10 voisines un conduit particulier pour le produit de sécrétion.

Tels sont les résultats des recherches les plus récentes. Quant à moi, j'ai pris connaissance des dispositions signalées d'abord sur des préparations et des foies injectés qui m'ont été obligeamment envoyés par Eberth; plus tard, par de nombreuses injections au bleu de Prusse, que j'ai faites moi-même sur des foies de mammifères, d'après la méthode de Ludwig et de Hering, j'ai élargi mes observations, et l'examen attentif d'un grand nombre de coupes m'a conduit à des résultats qui concordent presque complétement avec ceux qu'a obtenus Hering. — Il est singulier que ces obervations nous ramènent de nouveau à peu près à l'ancienne hypothèse des conduits intercellulaires de Henle (*Allg. Anat.*, p. 906); dans tous les cas, on peut dire qu'ils étaient dans le vrai tous ceux qui niaient l'existence de véritables canaux glandulaires dans le foie. Mais ils n'étaient point dans l'erreur non plus, ceux qui, comme moi et Beale, regardaient les cellules hépatiques comme correspondant aux cellules épithéliales des autres glandes. Toutefois l'élément glandulaire du foie ne consiste ni uniquement en cordons compactes de ces cellules (moi), ni en tels cordons entourés d'une gaîne (Beale), mais bien en feuillets de cellules hépatiques, avec leurs conduits intercellulaires. Pour établir un parallèle entre la structure du foie chez les mammifères et celle des véritables glandes, on ne saurait mieux faire que de prendre pour point de départ le foie tubuleux des amphibies et de supposer que dans un tel foie les capillaires biliaires donnent naissance à des prolongements latéraux, qui pénètrent entre les cellules épithéliales et représentent des anastomoses entourant les diverses cellules. Si, sur ce foie, on s'imaginait les canaux biliaires très-fréquemment anastomosés, les vaisseaux sanguins très-nombreux et les capillaires biliaires se montrant partout où deux cellules se touchent, on aurait le foie des mammifères.

Après avoir écrit ce qu'on vient de lire, je reçus le 12 mars dernier un deuxième mémoire, très-complet, de Hering, qui me permet encore mieux d'affirmer que mes recherches confirment presque complétement les données de cet investigateur. Les points sur lesquels je diffère avec lui sont les suivants : D'abord, je crois que les capillaires radiés sont unis entre eux par des anastomoses, non-seulement dans le sens transversal (tangentiel), mais *aussi dans le sens perpendiculaire*, c'est-à-dire parallèlement au tronc de la veine centrale, et que, par conséquent, les rapports des cellules hépatiques, avec les vaisseaux sanguins sont encore plus fréquents que ne le pensait Hering. Si l'on confectionne des moules de bois, en représentant les cellules hépatiques, soit par des octaèdres à surfaces terminales tronquées (Hering), soit par de petites colonnes à 5 ou 6 pans, les axes de ces corps formant des angles droits avec les capillaires radiés ou étant parallèles au tronc de la veine centrale (moi), et si aux capillaires sanguins marqués par des sillons, on ajoute les anastomoses transversales et verticales, ce que Hering n'a pas fait, il devient évident que toutes les cellules hépatiques limitant un capillaire transversal ou vertical ne sauraient être entourées de deux mailles complètes du réseau des capillaires biliaires, puisque, sur ces cellules, une ou plusieurs faces sont limitées de trois côtés par des capillaires sanguins, avec lesquels bien certainement les capillaires biliaires n'arrivent jamais au contact. Cette dernière proposition est démontrée sans réplique par ce fait que sur des sections transversales passant par les vaisseaux sanguins.

jamais la section d'un capillaire biliaire ne se trouve à côté d'un vaisseau sanguin (fig. 307). De cette même circonstance, il résulte ou bien que les faces comme celles dont il vient d'être question, ne présentent aucun capillaire biliaire, ou bien, s'il s'y montre des capillaires, qu'ils se *terminent en cul-de-sac*. Or, les extrémités ou prolongements en cæcum se rencontrent très-fréquemment dans le réseau des capillaires biliaires; mais naturellement il est difficile de décider si ce sont véritablement des culs-de-sac, attendu qu'ils peuvent être produits par une injection incomplète, ou simulés par des capillaires qui se recourbent. Toutefois j'ai vu des prolongements borgnes du réseau des capillaires biliaires sur les injections les plus complètes, où des lobules entiers ou de grandes portions de lobule étaient injectés parfaitement et sans extravasation, et en évitant avec le plus grand soin toute autre cause d'erreur; je me crois donc en droit d'admettre l'existence de ces culs-de-sac. — Relativement aux modèles en question, je ferai remarquer encore, premièrement qu'ils sont indispensables à qui veut avoir une bonne idée des rapports compliqués qui existent entre les capillaires sanguins et biliaires et les cellules hépatiques. Naturellement il ne faut pas exiger qu'un modèle qui donne la même forme à toutes les cellules hépatiques, reproduise fidèlement toutes les dispositions. J'attends un très-bon résultat de modèles des cellules hépatiques que je fais exécuter en verre poli, et sur lesquels je pense marquer en couleurs différentes les sillons figurant les deux espèces de capillaires. En second lieu, pour ce qui est de la forme des modèles, celle d'un octaèdre à surfaces terminales tronquées, choisie par Hering, me paraît difficile à concilier avec cette circonstance que les cellules hépatiques sont souvent limitées par deux côtés parallèles, et que les mailles du réseau de capillaires biliaires, sur des coupes qui intéressent les capillaires sanguins radiés dans le sens de la longueur, semblent souvent rectangulaires. C'est pourquoi j'ai employé la forme de courtes colonnes à six faces, que j'assemble comme dans la figure ci-contre, où les lignes ponctuées indiquent la direction principale des capillaires sanguins. — Si, avec le modèle de Hering, on obtient trop d'hexaèdres pour les capillaires biliaires, le mien me paraît donner trop de rectangles; il s'ensuit donc qu'on ne pourrait obtenir une représentation plus exate qu'en évitant de donner la même forme à toutes les cellules.

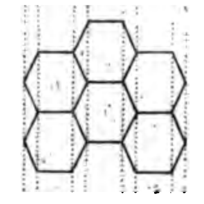


Fig. 309.

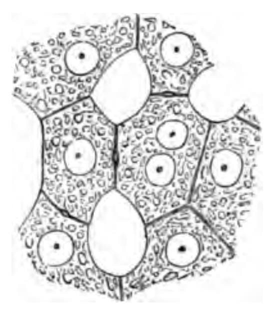
Un *second* point sur lequel je diffère avec Hering, c'est que je ne puis admettre sur les surfaces terminales des cellules des capillaires biliaires *s'entrecroisant* simplement, comme Hering le figure sur ses modèles, puisque, dans ce cas, on ne devrait, sur des sections faites perpendiculairement aux capillaires radiés, trouver autour de ces vaisseaux que des quadrilatères, tandis que généralement il y a des pentagones.

Troisièmement, enfin, je crois avoir vu (voy. fig. 307) que çà et là un capillaire biliaire est entouré de *trois* cellules hépatiques, et conséquemment ces capillaires me paraissent pouvoir cheminer aussi le long des arêtes des cellules, lesquelles arêtes, cependant, diffèrent de celles qui ont été décrites page 433, en ce qu'elles ne touchent point à des vaisseaux sanguins. Une telle disposition s'observait particulièrement dans les portions périphériques du réseau de conduits biliaires, et peut être considérée comme une transition vers les plus fins conduits biliaires interlobulaires.

Reichert, qui, tout récemment, a déclaré que les capillaires biliaires sont des productions artificielles, peut s'assurer sur ces modèles, *dont le principe repose exclusivement sur l'observation directe*, comme le montrent les figures ci-dessus, faites d'après nature, que les capillaires biliaires ne cheminent presque jamais le long des arêtes des cellules, mais bien là précisément où, comme il l'admet, il y a les plus

Fig. 309. — Figure théorique de l'arrangement des cellules hépatiques et des capillaires sanguins radiés.

grands obstacles à la propagation des extravasations; peut-être sera-t-il par là porté à mieux apprécier les circonstances qui tendent à démontrer que ces capillaires, injectés pour la première fois par Budge et Andréjević, sont des objets naturels. D'ailleurs, aux faits connus jusqu'ici, à savoir : 1° cette conformation spéciale, régulière et toujours la même des réseaux de capillaires biliaires, et 2° la possibilité de les injecter par les voies naturelles avec le carmin d'indigo, je puis, en suite d'une observation que je viens de faire, ajouter une preuve irréfragable, *c'est que les capillaires biliaires du lapin sont aussi visibles sur des foies non injectés* (fig. 310). Sur de fines tranches d'un foie durci dans l'alcool à 33°, qu'on a traitées par la glycérine ou la créosote, ou qui, après avoir été traitées par la créosote, ont été placées dans le baume du Canada, on reconnaît sans grande difficulté, en se servant des lentilles à immersion 9-10 de Hartnack, les capillaires biliaires coupés transversalement sous l'aspect où ils sont reproduits fig. 319, et en faisant varier le foyer on peut s'assurer facilement qu'il s'agit de canaux. Plusieurs fois même, j'ai vu, sur ces préparations, des canaux biliaires dans le sens de la longueur. Probablement on parviendra aussi à voir ces capillaires sur l'homme, comme j'espère pouvoir l'annoncer plus tard.


Fig. 310.

Relativement à la cuticule des capillaires biliaires, j'adopte l'opinion d'Eberth et des auteurs qui l'ont précédé; les limites nettes des capillaires, comparées aux contours que présentent les cellules isolées, me paraissent déjà rendre très-vraisemblable l'existence d'une telle enveloppe. D'ailleurs, vu la délicatesse des cellules hépatiques, les capillaires biliaires, sans cette enveloppe, ne pourraient s'injecter avec cette facilité qu'on rencontre au moins sur quelques animaux. Enfin, les bords nets que présentent les capillaires biliaires non injectés (fig. 309), me paraissent aussi favorables à l'idée d'une conformation différente, dans ces points, des cellules hépatiques. Du reste, ce qu'Eberth appelle *cuticule*, j'aimerais mieux l'appeler membrane de cellule et dire que dans les régions des capillaires biliaires, cette membrane est plus développée que dans les autres points. — Chrzonszczewsky décrit au centre des lobules hépatiques, autour de la veine centrale, de larges conduits biliaires (*l. c.*, p. 159, fig. 3), qui, lui excepté, n'ont été vus de personne, et qui, pour moi, sont problématiques.

Sur le foie humain, les capillaires biliaires n'ont pas encore été injectés. En me servant de foies d'adultes et d'enfants, je n'ai obtenu jusqu'ici que des résultats négatifs, malgré les plus grandes précautions et avec une faible pression mercurielle. Chez les enfants, tous les canaux biliaires s'injectent avec une extrême facilité; mais ensuite la matière à injection pénètre dans des espaces qui accompagnent les ramifications des vaisseaux sanguins et, comme ces derniers, représentent un réseau régulier. Çà et là, mais rarement en somme, on voit se remplir une veine centrale; en général, la matière à injection (je n'ai employé que du bleu de Prusse) passe dans les vaisseaux lymphatiques et sort par les troncs qui accompagnent la veine porte. — Il est possible que des organes très-frais donnent de meilleurs résultats; je n'ai pu m'en procurer dans ces derniers temps.

Les corpuscules de tissu conjonctif des lobules hépatiques paraissent avoir été vus pour la première fois par Schmidt, qui ne les a pas appréciés convenablement.

Fig. 310. — Quelques cellules hépatiques du lapin, prises sur une section conservée dans le baume du Canada, section qui provenait d'un foie durci dans l'alcool. Grossissement de 570 diamètres. — On voit trois sections transversales de capillaires biliaires aux surfaces terminales de trois cellules hépatiques. Les grandes lacunes sont les espaces occupés par les vaisseaux sanguins.

Wagner en nia d'abord l'existence; plus tard il en donna la première description complétement exacte. Après lui vint Engel-Reimers, qui, outre ces corpuscules, n'admet qu'une substance homogène, qu'évidemment Wagner avait vue également, mais en la considérant comme l'enveloppe des cellules hépatiques. Henle, enfin, nie, ici comme partout, l'existence des corpuscules de tissu conjonctif; il y admet, au contraire, du tissu conjonctif véritable, avec fibrilles et faisceaux qui, sur une section transversale, seraient figurés, à côté des capillaires divisés, par des points ou de petits cercles, et qui traverseraient, en ondulant, les lacunes du réseau de vaisseaux capillaires dont on a enlevé les cellules hépatiques (*Splanchn.*, fig. 142, 143). — Quant à moi, il y a longtemps que j'ai connaissance des corpuscules de tissu conjonctif du foie humain (de même aussi Förster, d'après une communication orale), et c'est surtout sur des foies mous que je les ai trouvés faciles à démontrer. La substance fondamentale dans laquelle ils sont plongés et qui accompagne les capillaires, est extrêmement peu abondante dans l'intérieur des lobules, et souvent il est impossible de la reconnaître. C'est évidemment la même substance que Beale appelle enveloppes des trabécules de cellules hépatiques. A mon avis, il faut admettre que le tissu conjonctif qui accompagne les vaisseaux sanguins et les plus fins conduits biliaires à épithélium, se confond, dans l'intérieur des lobules, en une couche mince située entre les capillaires et les trabécules de cellules hépatiques. D'ailleurs, l'existence dans cette couche de corpuscules de tissu conjonctif, facile à démontrer, indique qu'il faut plutôt la considérer comme une gaîne capillaire (His) que comme une membrane propre des trabécules de cellules hépatiques. Mais le mieux, à mon avis, c'est d'envisager tout ce qui est intermédiaire aux cellules hépatiques, capillaires et substance conjonctive, comme une enveloppe propre des trabécules de cellules hépatiques, de même que, dans d'autres glandes, poumon, glandes salivaires, testicules, etc., la substance conjonctive avec les vaisseaux est considérée comme l'enveloppe des éléments glandulaires.

Quand on traite les cellules hépatiques par l'acide nitrique, elles se colorent en jaune verdâtre, comme le dit Backer. Le sucre et l'acide sulfurique les colorent en rouge. L'eau y détermine un précipité abondant de granulations foncées qui, pour la plupart, se dissolvent facilement et complétement dans l'acide acétique; de sorte que les cellules pâlissent plus ou moins, souvent très-notablement, ainsi que cela a lieu quand on les traite directement par cet acide. Quand on fait cuire le foie, le tissu durcit et les cellules paraissent ratatinées et friables. Les alcalis caustiques attaquent rapidement les cellules hépatiques des animaux, et les dissolvent. Celles du foie humain résistent un peu mieux; mais immédiatement elles se gonflent au double de leur volume, deviennent très-pâles, et finissent par disparaître également. L'éther et l'alcool rendent les cellules plus petites et granuleuses; il en est de même des acides sulfurique et nitrique. De tous ces faits et de ceux que nous avons mentionnés précédemment, il ressort que les cellules hépatiques contiennent des substances azotées en proportion considérable, une matière colorante, de la bile et de la graisse.

§ 158. **Conduits excréteurs de la bile.** — Il faut distinguer, dans le canal hépatique, les *ramifications principales* et les *ramifications accessoires*. Les premières accompagnent la veine porte et l'artère hépatique, de telle sorte que chaque rameau de la veine porte présente à ses côtés un canalicule biliaire et un petit rameau artériel, et ces trois ordres de vaisseaux se trouvent entourés par une gaîne commune de tissu conjonctif, dite *capsule de Glisson*. Les ramifications accessoires commencent déjà à se montrer dans le sillon transverse du foie, où, comme E. H. Weber l'a découvert, il y a longues années, la branche droite et la branche gauche du canal

hépatique, ainsi que les petits rameaux qui s'y rencontrent, émettent une multitude de ramuscules fins et gros, qui se répandent dans le tissu conjonctif tapissant le sillon, et donnent naissance à un réseau qui unit entre elles les deux branches du canal hépatique. Quelques-unes des ramifications de ce réseau se terminent-elles en cul-de-sac, comme Weber l'avait admis? Cela est douteux. Il est certain, au contraire, comme l'ont démontré Beale, Henle et Riess, que d'autres ramifications pénètrent dans la substance du foie et s'y terminent. Des réseaux analogues de conduits biliaires très-fins se rencontrent également, ainsi que l'a fait voir Beale, dont Henle, Riess et moi nous avons confirmé les observations, dans les gros canaux de la veine porte, dans l'épaisseur du foie; ces réseaux, enveloppés de la capsule de Glisson, enlacent les branches de la veine porte, pour pénétrer ensuite également, par leurs extrémités, dans la substance du foie. Néanmoins, là déjà on trouve des branches qui s'engagent aussitôt dans le tissu, et plus on pénètre dans l'intérieur, plus ces branches deviennent nombreuses, jusqu'à ce qu'enfin les anastomoses rétiformes disparaissent complétement. — Les branches collatérales qui naissent des canaux biliaires dans l'épaisseur du foie, qu'elles forment ou non des réseaux,



FIG. 311.



FIG. 312.

FIG. 311. — Gros rameau du canal hépatique de l'épaisseur du foie d'un enfant de quatorze jours. Grossissement de 40 diamètres. — On y voit : 1° des dépressions en culs-de-sac; 2° des branches collatérales simples, et 3° des branches qui forment un riche réseau.

FIG. 312. — Petit conduit biliaire se continuant avec un réseau de canalicules biliaires à la surface d'un lobule hépatique d'un enfant de quatre mois. Grossissement de 70 diamètres.

mblent disposées toutes en *deux séries* longitudinales; une portion table des fossettes coordonnées, comme on sait, en deux rangées parllèles, sont les orifices de ces branches collatérales.

Les extrémités terminales des canaux biliaires, ou les *conduits interlolaires*, cheminent avec les terminaisons de la veine porte à la surface des bules hépatiques. Chez l'homme, où ces conduits injectés mesurent 40 à μ, ils forment, comme je l'ai trouvé généralement sur des foies d'enfant, réseau relativement serré, entourant toute la surface des lobules, formé de vaisseaux de 20 à 40 ou 50 μ, avec des mailles de 20-60-100 μ g. 312). Ainsi qu'il a été dit plus haut, je n'ai point réussi à suivre ces naux plus loin dans la profondeur, attendu que toujours il s'est produit tour d'eux des extravasations, puis une injection des espaces occupés r les vaisseaux sanguins. En examinant au microscope des foies mains non injectés, il est facile de voir, au voisinage des lobules, des naux biliaires de 19 à 24 μ; mais là encore on ne peut reconnaître leurs mifications ultérieures. Chez le lapin, les foies dont les capillaires biliaires nt bien injectés, démontrent que les canaux interlobulaires, dont le amètre est de 4 à 11 μ, forment çà et là, mais rarement en somme, des seaux, d'où partent des rameaux très-fins destinés aux lobules, et qui continuent avec les capillaires biliaires, comme l'a décrit Hering (voyez lus haut), tandis que les cellules hépatiques remplacent les cellules épiéliales, dont elles sont la continuation immédiate.

Tous les conduits hépatiques, jusqu'à ceux qui n'ont que 220 μ de diaètre, consistent en une membrane fibreuse assez épaisse, composée d'un su conjonctif dense contenant de nombreux noyaux et fibrilles élastines, et en un épithélium à cylindres de 22 μ d'épaisseur; dans les canaux ui ont moins de 90 à 110 μ, cet épithélium se transforme insensiblement épithélium pavimenteux, tandis que l'enveloppe conjonctive devient e membrane propre homogène; ces deux éléments se conservent jusque ns les conduits les plus fins, au voisinage des réseaux de cellules hépaques. Le *canal hépatique* et le *canal cystique* sont constitués de la ême manière; seulement leurs parois sont proportionnellement plus inces et peuvent être nettement divisées en une membrane muqueuse en une couche fibreuse, dans laquelle on distingue quelques *fibres-celles musculaires* : il faut dire toutefois que ces fibres-cellules y sont trèsir-semées, et qu'il ne peut pas être question, dans ces canaux, d'une nique musculeuse propre. Il est possible même que ces fibres-cellules sent défaut dans certains cas, ce qui expliquerait pourquoi Henle et erth n'ont pu les trouver.

La *vésicule biliaire* possède, entre son *enveloppe péritonéale* et le tissu s-séreux, une mince *couche musculeuse*, dont les fibres-cellules (de 67 à μ de longueur), dirigées en long et en travers, n'offrent que des noyaux u distincts. La muqueuse se fait remarquer par de nombreux plis de erses hauteurs, anastomosés entre eux en forme de réseau, et dans quels se trouve un réseau capillaire parfaitement analogue à celui des

villosités foliacées de l'intestin ; elle est tapissée également d'un épithélium cylindrique, dont les cellules, de même que les tuniques de la vésicule en général, sont teintes par la bile. Ces cellules n'ont pas toujours des noyaux distincts et possèdent, d'après Virchow, une paroi libre épaissie, comme dans les cellules de l'intestin grêle.

Les canaux biliaires un peu volumineux contiennent dans l'épaisseur de leurs parois une multitude de petits appendices de forme glandulaire, jaunâtres, appelés *glandes des canaux biliaires*, dont les éléments vésiculeux ont de 35 à 52 et 90 μ de diamètre et ne diffèrent pas essentiellement de ceux des autres petites glandes en grappe. Dans le conduit hépatique, dans le conduit cholédoque et dans la portion inférieure du conduit cystique, les glandes, placées dans l'épaisseur de la membrane fibreuse ou à sa face externe, sont très-nombreuses; elles ont de $0^{mm},55$ à $2^{mm},2$ de diamètre ou plus, et s'ouvrent par des orifices uniques ou multiples, visibles à l'œil nu (de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$), qui donnent à la membrane muqueuse de ces canaux une apparence réticulée. A l'origine du canal cystique, les glandes sont rares, et dans la vésicule biliaire elles sont loin d'être constantes. D'après Luschka, ces glandules, au nombre de 6 à 15, siégent dans le tissu conjonctif sous-muqueux; elles ont à peine 1 millimètre de diamètre et sont munies d'un canal excréteur dirigé obliquement et onduleux. On trouve, au contraire, des glandes dans les branches du canal hépatique, et ces glandes sont extrêmement développées sur les *vasa aberrantia* qui, dans le hile et dans les gros canaux portes du foie, forment les anastomoses réticulées dont il a été question plus haut, et sur lesquelles E. H. Weber les avait déjà observées. Là aussi, et Riess l'a dit avec raison, elles sont situées complétement dans l'épaisseur de la paroi fibreuse desdits canaux, et se présentent à divers degrés de développement, depuis les simples vésicules arrondies ou piriformes jusqu'aux grappes richement garnies. Des corpuscules glandulaires analogues, mais plus simples et moins nombreux, se rencontrent dans les ramifications principales du canal hépatique, jusqu'à celles qui n'ont que $0^{mm},7$ de diamètre (fig. 311); une partie des orifices étroits disposés en double série qu'on trouve dans ces canaux, appartiennent à ces glandules.

Nous devons mentionner ici quelques rameaux spéciaux des conduits biliaires, les *vasa aberrantia* (E. H. Weber) : 1° Dans le *ligament triangulaire gauche du foie*, ces rameaux existent au nombre de six à dix ou plus; ils ont de 13 à 50 μ de diamètre, et consistent en une membrane fibreuse et en petites cellules. Ferrein et Kiernan les ont vus s'étendre jusqu'au diaphragme; ordinairement ils n'atteignent que la partie moyenne environ du ligament triangulaire, où ils se ramifient, pour former des réseaux ou s'anastomoser en anses. D'après Theile, on voit parfois des canaux biliaires d'un certain volume se diriger jusqu'aux limites du lobe gauche du foie, sans pénétrer dans le ligament triangulaire. 2° On trouve des *canaux biliaires anastomosés en réseau* dans le pont membraneux qui unit le lobe de Spiegel au lobe droit du foie, derrière la veine cave inférieure; on en trouve encore dans le pont membraneux qui recouvre souvent la veine ombilicale, et aussi au bord de la vésicule biliaire. Ces *vasa aberrantia*, les anastomoses rétiformes des conduits biliaires

et une portion des appendices glandiformes des conduits biliaires sont évidemment des formations très-analogues. De tout ce que nous savons aujourd'hui sur le développement du foie, il ressort qu'une portion des rudiments des canaux biliaires et probablement aussi du tissu glandulaire lui-même n'atteint pas un développement complet; mais quoique dans un état d'atrophie, elle grandit néanmoins dans la suite, plus ou moins, et formerait les *vasa aberrantia*, soit des productions ayant une certaine apparence glandulaire. Bien que certains appendices des canaux biliaires, certains organes accessoires glanduliformes de ces canaux soient manifestement des excroissances directes de ces derniers, il y a cependant entre ces appendices et les véritables *vasa aberrantia* atrophiés de nombreuses transitions; il me paraît donc peu rationnel d'en faire deux classes distinctes. Au point de vue physiologique, tous ces organes présentent peu d'intérêt; mais rien n'empêcherait d'admettre que, de même que les véritables conduits biliaires, ils sécrètent du mucus. — Quant aux détails relatifs à ces canaux, et quant à la disposition des canaux biliaires en général, voyez les mémoires de Beale, Henle et Riess.

La *bile* normale est tout à fait liquide; ce n'est qu'accidentellement qu'elle contient des cellules d'épithélium, provenant des grands canaux biliaires. *Je n'ai jamais trouvé dans la bile des cellules hépatiques.* Les quelques observateurs qui ont cru y voir des cellules de ce genre se sont fait illusion; ou bien ils les ont confondues avec les cellules épithéliales polygonales des conduits interlobulaires. Parmi les éléments qui apparaissent d'une manière anormale, bien que très-fréquemment, dans la bile, nous signalerons les gouttelettes de graisse et la matière colorante de la bile sous forme de granulations ou de masses grenues; ces substances, dont nous avons déjà signalé la présence anormale dans les cellules hépatiques, sont, dans certaines conditions, sécrétées avec la bile en assez grande abondance. Nous devons encore ranger ici, mais comme apparaissant plus rarement, les cristaux de cholestérine et les aiguilles rouges de bilifulvine, observées particulièrement par Virchow (*Mittheil. d. Würzb. phys. med. Ges.*, I, p. 311).

§ 159. **Vaisseaux et nerfs du foie.** — Le foie offre un mode de circulation tout à fait spécial; car, indépendamment d'une artère afférente et d'une veine efférente, il reçoit encore du sang par la *veine porte*. Tandis que ce dernier vaisseau fournit spécialement au parenchyme sécréteur et se continue directement avec les veines du foie, par l'intermédiaire d'un réseau capillaire placé dans l'épaisseur même du parenchyme, l'artère hépatique est plus particulièrement destinée aux parois des conduits biliaires, à celles de la veine porte, à la capsule de Glisson, à l'enveloppe séreuse du foie, et ne concourt que d'une manière subordonnée à la formation des réseaux capillaires des îlots hépatiques.

Les ramifications de la *veine porte*, ainsi que de quelques petites veines de la vésicule biliaire et de l'estomac qui entrent isolément dans le foie (voy. Weber, *Ann. acad.*, II, 1845), ont lieu généralement suivant le mode dichotomique; indépendamment des branches principales en lesquelles ces vaisseaux se divisent, on voit encore une multitude de petits ramuscules se détacher à angle droit, même des grosses branches, mais surtout des branches plus petites. Ces ramuscules se portent tantôt immédiatement, tantôt après un court trajet, vers les îlots hépatiques qui entourent les gros canaux vasculaires; tandis que toutes les grosses branches de la veine porte se ramifient de plus en plus, en diminuant de calibre, et, après un trajet plus ou moins considérable dans le parenchyme hépatique, et tou-

jours revêtues de la capsule de Glisson, arrivent enfin aux îlots ou lobules du foie. Chacun des îlots reçoit de la veine porte, ou plutôt des branches de cette veine, au moins trois, plus souvent quatre ou cinq petits rameaux (de 18 à 36 μ de diamètre), que Kiernan désigne sous le nom de *veines interlobulaires*. Il faut remarquer toutefois qu'une veine interlobulaire, prise isolément, ne se distribue jamais à un seul îlot hépatique, mais bien à deux ou même trois îlots. Les derniers rameaux des veines interlobulaires, ou *rameaux lobulaires* de Kiernan, pénètrent à angle droit, au nombre de dix, quinze à vingt, dans les îlots hépatiques voisins, et se résolvent aussitôt en un réseau capillaire pour ces îlots, sans communiquer directement entre elles, chez l'homme, non plus, d'ailleurs, que les diverses branches de la veine porte, dont les ramifications ne sont unies entre elles que par le réseau vasculaire très-fin de l'organe.

Le *réseau capillaire* des îlots hépatiques (fig. 313) remplit complétement les interstices des cellules hépatiques ; aussi est-il vrai de dire que le parenchyme sécréteur du foie n'est formé en réalité que de deux éléments : les cellules hépatiques et les capillaires sanguins. De même que le réseau des cellules hépatiques forme dans l'ensemble du foie un tout continu, mais divisé en petits départements par les vaisseaux sanguins qui arrivent au foie et par les canaux biliaires qui en partent d'espace en espace ; de même le réseau capillaire sanguin s'étend d'un îlot hépatique à l'autre, mais présente aussi en certains points des solutions de continuité. Le diamètre des vaisseaux capillaires, assez considérable relativement, est généralement un peu moindre que celui des réseaux de cellules hépatiques ; chez l'homme, ce diamètre est, en moyenne, de 9 à 11 μ (de 4 au minimum et de 20 μ au maximum). Les capillaires les plus larges sont principalement situés dans le voisinage des veines afférentes et efférentes ; les capillaires les plus fins se trouvent au milieu de l'espace qui sépare ces deux sortes de vaisseaux, et suivant Beale, aux extrémités des artères interlobulaires. Les mailles du réseau vasculaire correspondent naturellement à la forme des réseaux de cellules hépatiques; elles sont, par conséquent très-allongées dans les parties centrales des îlots et plus arrondies à leur périphérie. La largeur et la hauteur de ces mailles sont égales à l'épaisseur des lames du réseau de cellules hépatiques : elle est de 13 à 40 μ.

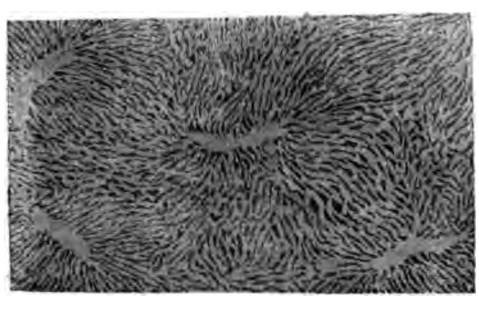


FIG. 313.

Les *veines sus-hépatiques* ressemblent essentiellement aux ramifications

FIG. 313. — Réseau capillaire du foie de lapin, avec les petits troncs des veines intralobulaires. Grossissement de 45 diamètres. D'après une injection de Frey.

de la veine porte ; elles sont dépourvues de valvules ; leurs branches arborescentes se détachent du tronc à angle aigu et ne s'anastomosent point entre elles ; on voit également un grand nombre de très-petits rameaux se jeter sur des branches qui ont déjà un certain volume. Mais les veines sus-hépatiques ont ceci de particulier qu'elles occupent des canaux spéciaux, creusés dans la substance du foie, et qu'elles sont intimement adhérentes à cette substance. C'est ce qui fait que, coupées en travers, elles restent béantes. Leurs plus fines ramifications sont dépourvues de tunique conjonctive externe ; dans les grosses branches, cette tunique est incomplétement développée. Bien différente de ce qui s'observe pour les branches de la veine porte est la disposition des dernières ramifications sus-hépatiques, que Kiernan appelle *veines intralobulaires*, et Krukenberg *veines centrales des lobules*. Ces veines qui, chez l'homme, ont de 27 à 70 μ de diamètre, devront être étudiées d'abord sur un animal dont le foie est lobulé, sur le *cochon*, par exemple, dont la structure a été représentée en partie par Kiernan dans ses figures un peu schématiques. Quand, sur le foie de cet animal, on ouvre un petit rameau des veines sus-hépatiques, on voit très-distinctement, à travers les parois transparentes du vaisseau, des surfaces polygonales, qui ne sont autre chose que les faces des lobules tournées vers la veine (fig. 299). Du centre de chacun de ces polygones, que Kiernan appelle *bases* des lobules, part une veinule, qui s'abouche directement avec la veine qui a été ouverte ; poursuivie du côté du lobule, cette veinule conduit dans la partie centrale de ce dernier, où elle naît du réseau capillaire qu'il renferme, sans jamais communiquer avec un deuxième ou un troisième lobule. Ainsi, de chaque lobule il ne sort jamais qu'une seule veine, que, pour ce motif, on appelle *veine intralobulaire*. Les vaisseaux qui reçoivent directement le sang des veines intralobulaires sont appelés par Kiernan *veines sublobulaires*, parce qu'elles rampent à la base des lobules. Les veines sublobulaires sont tantôt d'un certain calibre (chez le cochon, elles ont jusqu'à 2 ou 5 millimètres de largeur) et occupent des canaux limités de toutes parts par les bases d'un certain nombre de lobules ; tantôt elles sont plus étroites et même très-fines (jusqu'à 62 μ de millimètre), et alors elles cheminent simplement dans les interstices des lobules. Les veines sublobulaires se réunissent pour former des veines plus considérables dans lesquelles on voit rarement s'ouvrir directement des veines intralobulaires (fig. 300), et qui, pour cette raison, ne sont point en contact avec la base des lobules, mais seulement avec une de leurs faces ou un de leurs angles (faces capsulaires de Kiernan). Ces veines, quand elles sont d'un faible calibre, reçoivent encore des veines sublobulaires provenant des groupes de lobules les plus voisins, ou seulement de grosses veines disposées comme elles le sont elle-mêmes.

La disposition des *veines intralobulaires* est extrêmement simple : chacune de ces veines marche en droite ligne dans l'axe d'un îlot ou lobule hépatique, et se divise, vers la partie moyenne de ce dernier, en deux ou trois branches principales, qui souvent se subdivisent elles-mêmes. Les

capillaires des lobules communiquent non-seulement avec les extrémités de ces divisions vasculaires, mais encore avec les troncs, dans toute l'étendue du lobule ; Theile prétend même que des capillaires s'ouvrent encore dans les premières portions des veines sublobulaires. Dans tous les lobules ou ilots dont les angles sont tournés, soit vers la surface du foie, soit vers la paroi d'un gros tronc vasculaire, la veine intralobulaire s'étend jusqu'au voisinage de la surface, tandis que dans les autres elle reste plutôt dans l'axe du lobule, de façon qu'elle est toujours distante des veines intralobulaires les plus voisines d'un demi-diamètre de lobule environ.



FIG. 314.

L'*artère hépatique* accompagne, en général, la veine porte et les canaux biliaires; elle se trouve renfermée, comme eux, dans la capsule de Glisson, et se ramifie exactement comme la veine porte. Elle se termine sur les vaisseaux et sur les canaux biliaires, ainsi que dans la capsule de Glisson, dans l'enveloppe fibro-séreuse du foie et dans les ilots hépatiques ; ses rameaux se distinguent, d'après cela, en rameaux *vasculaires*, *capsulaires* et *lobulaires*.

1° *Rameaux vasculaires*. Outre les branches principales qui cheminent avec celles de la veine porte, l'artère hépatique fournit une foule de petits rameaux, qui s'en détachent généralement à angle droit et qui forment un réseau dans le tissu conjonctif de la capsule de Glisson. De ce réseau partent encore quelques rameaux lobulaires pour le côté des canaux portes qui est opposé aux troncs artériels ; d'autres rameaux sont destinés aux parois de la veine porte, des grosses branches artérielles et des veines sus-hépatiques, à la capsule de Glisson et aux canaux biliaires. Ces derniers reçoivent un nombre si considérable de vaisseaux qu'après une bonne injection ils sont presque aussi rouges que les artères. Du réseau capillaire, à mailles assez larges, qui entoure toutes ces parties de l'organe hépatique et même les glandes des canaux excréteurs, naissent les *veines vasculaires*, lesquelles ne se continuent point avec les veines sus-hépatiques, mais bien avec de petits rameaux de la veine porte; c'est un fait que

FIG 314. — Fragment d'un injection parfaitement réussie des veines hépatiques du lapin. Grossissement de 45 diamètres. Une des veines intralobulaires est visible dans tout son trajet ; des autres on ne voit que les racines. Les capillaires des lobules sont en partie confluents ; il en est de même, sur un point, de deux radicules veineuses. Au pourtour des lobules, on voit des veines interlobulaires. D'après une pièce de Harting.

Ferrein a découvert et qui a été confirmé depuis par Kiernan. Les *veines vasculaires* sont, comme les rameaux de la veine porte, placées dans la capsule de Glisson et s'abouchent à des troncs plus volumineux ; on peut donc les considérer comme des *racines internes* ou *hépatiques* de la veine porte. C'est ce qui explique pourquoi une injection poussée par l'artère hépatique pénètre dans la veine porte, et réciproquement ; et pourquoi les réseaux vasculaires en question s'injectent, et par l'artère hépatique et par la veine porte, tandis qu'on ne réussit point à les remplir par les veines sus-hépatiques. D'après Beale, il y a dans les canaux de la veine porte deux veines vasculaires pour chaque artère, et ces veines s'anastomosent fréquemment entre elles. La même chose s'observerait pour les veines de la vésicule biliaire et du sillon transverse du foie.

2° *Rameaux capsulaires.* Abstraction faite de quelques branches qui se détachent de l'artère hépatique avant son entrée dans le foie, et qui se rendent dans le sillon du canal veineux, dans le ligament rond et dans le ligament suspenseur du foie, tous les rameaux artériels de l'enveloppe du foie sont les terminaisons de certaines branches qui se distribuent dans le foie, et qui, en divers endroits, passent entre les îlots pour devenir superficiels. A leur point d'émergence, et déjà un peu avant, ces branches, qui, chez l'adulte, ont jusqu'à, $0^{mm},11$ et chez l'enfant $0^{mm},45$, se divisent en trois à cinq ramuscules, qui s'en séparent comme les branches d'une étoile. Ces ramuscules, remarquables par leur trajet tortueux, s'anastomosent fréquemment entre eux, et recouvrent ainsi d'un beau réseau

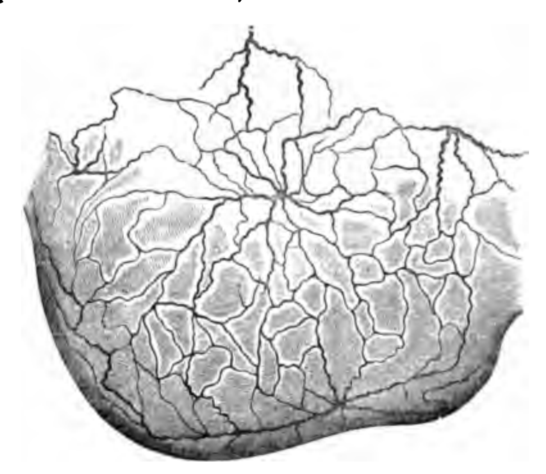


Fig. 315.

artériel (fig. 315) toute la surface du foie, jusqu'aux gros troncs veineux (veines hépatiques, veine porte, veine cave inférieure), ainsi que les sillons et bords du foie. En définitive, ces artères forment partout un plexus

Fig. 315. — Réseau artériel d'une portion de la face convexe d'un foie d'enfant. Grandeur naturelle.

capillaire à larges mailles, et se continuent en un grand nombre de points, peut-être partout, avec des veines qui suivent le trajet des artères, pénètrent dans l'épaisseur du foie, et s'ouvrent dans des rameaux de la veine porte. Il y aurait donc aussi, conséquemment, des *veines capsulaires afférentes*, ou des radicules de la veine porte provenant de l'enveloppe du foie. Les artères et les veines de la capsule du foie s'anastomosent d'une part, à leur terminaison, avec les rameaux des vaisseaux mammaires internes, phréniques, cystiques, et même capsulaires et rénaux droits (Theile); d'autre part, dans les sillons du foie, elles communiquent avec les vaisseaux de la capsule de Glisson, de la veine cave et des veines hépatiques.

3° *Rameaux lobulaires.* Chaque rameau interlobulaire de la veine porte est accompagné d'un ramuscule de l'artère hépatique, de 17 μ tout au plus de diamètre (Theile); ce ramuscule, chez le cochon, se divise en artérioles très-ténues et anastomosées dans les cloisons membraneuses qui séparent les lobules, et se continue directement avec la portion périphérique du réseau capillaire des îlots ou lobules, qui, comme nous l'avons vu, est fourni par la veine porte. Ainsi le sang artériel, en petite quantité à la vérité, participe également à la sécrétion de la bile, et l'artère hépatique est bien différente en cela des artères bronchiques, dont le sang revient au cœur, au moins partiellement, par des veines spéciales.

Les *vaisseaux lymphatiques* du foie sont très-nombreux; ils consistent en un *réseau superficiel*, situé au-dessous du péritoine, et en *vaisseaux profonds*, qui accompagnent la veine porte et aussi, chez les animaux du moins, les veines sus-hépatiques. Ces deux ordres de vaisseaux communiquent ensemble et aboutissent en partie à des ganglions thoraciques, après avoir traversé le diaphragme, en partie à de petits ganglions situés dans le sillon transverse et aux plexus viscéraux. D'après Teichmann, les lymphatiques profonds du foie forment entre les lobules, soit des réseaux à mailles de diverses largeurs, soit des vaisseaux indépendants, de 18 μ de diamètre. Dans l'intérieur des lobules, il a vu la matière à injection pénétrer seulement en petites granulations, mais on pouvait la suivre jusqu'au voisinage de la veine centrale. Mac Gillavry a été plus heureux; il réussit, sur le chien, à injecter les lymphatiques des lobules, et constata ce fait remarquable que ces vaisseaux *forment des espèces de gaînes autour de tous les capillaires sanguins.* La paroi de ces espaces *lymphatiques capillaires* est formée, d'après Mac Gillavry, en dedans, par la paroi des vaisseaux sanguins, en dehors par quelques fibrilles de tissu conjonctif, par les cellules hépatiques et les capillaires biliaires. Ce dernier point, comme nous l'avons vu, n'est pas exact, et ce sera l'objet de recherches ultérieures de déterminer si les espaces lymphatiques sont tapissés de ces cellules épithéliales caractéristiques qu'on trouve dans d'autres canaux analogues. On devra se demander aussi si l'existence de ces canaux est un fait général, et à cet égard je partagerais volontiers l'avis de Hering (2° mém., p. 17), qui prétend que chez le lapin, la disposition est différente, attendu que dans les cas d'épan-

chements par les capillaires biliaires, ce sont les capillaires sanguins qui se remplissent et non des espaces lymphatiques qui les entourent. Chez l'homme, les injections faites sur des enfants semblent favorables aux vues de Mac Gillavry ; toujours des extravasations, dont le point de départ était dans les canaux biliaires, remplissaient des réseaux intralobulaires comme ceux que figure cet anatomiste, puis les troncs lymphatiques cheminant avec les branches de la veine porte. J'ai obtenu les mêmes réseaux injectés, chez l'adulte, en injectant les lymphatiques superficiels du foie par simple piqûre de sa capsule. Néanmoins je n'oserais pas encore me prononcer nettement dans le sens de Mac Gillavry, et j'attends de nouvelles recherches sur ce sujet. Les lymphatiques sont aussi très-nombreux sur la *vésicule biliaire;* mais leurs connexions avec la muqueuse sont encore inconnues.

Les *nerfs* du foie sont relativement très-nombreux ; ils naissent du grand sympathique et un peu du nerf vague, et se distribuent principalement avec l'artère hépatique, qu'ils entourent de réseaux nerveux plus ou moins serrés, dépourvus de ganglions. Ces réseaux contiennent un grand nombre de tubes minces et de fibres sans moelle analogues à celles de la rate (voy. plus bas); mais on y trouve toujours quelques tubes larges. On peut les suivre : 1° sur la *vésicule biliaire* et sur les *gros conduits biliaires;* 2° dans la *capsule de Glisson,* jusque sur les artères interlobulaires, où leurs ramuscules les plus fins, de 18 à 27 μ de diamètre, ne sont plus composés que de fibres sans moelle ; 3° sur les *veines hépatiques,* et enfin 4° dans les *enveloppes de l'organe.*

L'étude du foie sera faite d'abord sur le cochon, où la séparation nette de l'organe en lobules facilite singulièrement la détermination des connexions entre le parenchyme sécréteur et les vaisseaux et conduits hépatiques. Les cellules hépatiques sont très-faciles à obtenir chez tous les animaux, soit à l'état d'isolement, soit en séries ou fragments de lames; mais pour saisir convenablement leur mode de coordination, le meilleur moyen consiste à pratiquer, avec le couteau double, des sections très-minces sur un foie frais; on peut aussi se servir de foies durcis préalablement dans l'alcool, l'acide pyroligneux, l'acide chromique, etc., et colorer ensuite les noyaux avec le carmin. Si, dans ce dernier cas, les vaisseaux sanguins ont été injectés au bleu de Prusse, les préparations qu'on peut obtenir seront très-belles. Les canaux biliaires interlobulaires les plus fins ne sont pas faciles à trouver; mais sur des tranches qui intéressent à la fois plusieurs lobules, on découvrira, en cherchant attentivement, sur la plupart des préparations, au bord des lobules quelques fragments de ces canaux, faciles à reconnaître à leurs petites cellules polygonales. Les capillaires biliaires peuvent déjà être injectés au bleu de Prusse, chez le lapin, avec la seringue; mais la chose n'est pas facile. On réussit beaucoup mieux en se servant d'une pression constante par une colonne de mercure de 20 à 40 millimètres, d'après la méthode de Ludwig, et surtout avec le nouvel et remarquable appareil de Hering, que je ne saurais assez recommander. Il faut seulement que le foie soit parfaitement frais et, comme le recommande Hering, rendu aussi exsangue que possible par la section, immédiatement après l'ouverture de l'animal, de la veine cave au-dessus du diaphragme. De cette façon, on peut obtenir en quelques minutes des injections très-nettes et, par places, très-complètes des lobules hépatiques, dont on peut ensuite injecter la veine porte avec du carmin et de la gélatine. Le foie ainsi

injecté est durci dans l'alcool à 33-40°, aiguisé de quelques gouttes d'acide acétique ; les coupes très-minces que l'on y pratique sont placées d'abord dans la créosote (Stiede), puis dans le baume de Canada. Ou bien on colore préalablement avec du carmin des foies dont les vaisseaux sanguins ne sont pas injectés, et on les enferme comme habituellement. Pour examiner les capillaires injectés, le *microscope stéréoscopique* est inestimable : aucun autre moyen ne fournit une vue aussi nette de la véritable disposition des réseaux de ces capillaires. Les canaux biliaires volumineux ne présentent point de difficulté. Les glandes de ces canaux sont visibles en partie à l'œil nu, en partie seulement après addition de soude caustique ; les anastomoses de Weber entre les deux canaux hépatiques, dans la scissure transverse du foie, se reconnaissent sur de bonnes injections. Les *vasa aberrantia* du ligament triangulaire gauche et des autres régions peuvent être aperçus même sur des pièces non injectées, traitées par l'acide acétique ou la soude. Les nerfs et les vaisseaux lymphatiques du foie sont très-faciles à voir, même chez l'homme ; nous ne parlons pas, bien entendu, des portions les plus ténues de ces éléments. L'étude des vaisseaux sanguins exige de bonnes injections, pour lesquelles je recommanderai surtout, chez l'homme, des foies d'enfant, où l'on obtient de magnifiques ramifications de l'artère hépatique dans le péritoine, sur les vaisseaux, etc. Le réseau capillaire des lobules s'injecte facilement avec une masse fine ; d'ailleurs d'excellentes injections, faites par divers anatomistes, se trouvent partout.

Bibliographie du foie. — F. Kiernan, *The Anatomy and Physiology of the Liver*, in *Philos. Trans.*, 1833. — E. H. Weber, *Annotat. Anat. et Physiol. Prol.*, VI, VII et VIII, Lipsiæ, 1841 et 1842, et *Programmata collecta*, fasc., II, Lipsiæ, 1851; in *Müll. Arch.*, 1843, p. 318 ; in *Berichte der K. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig*, 1850, p. 151. — A. Krukenberg, *Untersuchungen über den feineren Bau der menschlichen Leber*, in *Müll. Arch.*, 1843. — J. Müller, dans son grand ouvrage *sur les glandes*, sa *Physiologie*, et dans ses *Archives*, 1843, p. 338. — Theile, art. Foie, in *R. Wagner's Handw. der Phys.*, II, p. 308, 1844. — C. L. J. Backer, *De structura subtiliori hepati sani et morbosi. Diss. inaug.* Trajecti ad Rhenum, 1845. — Natalis Guillot, *Sur la structure du foie des animaux vertébrés*, in *Ann. des scienc. nat.*, 1848, p. 129. — R. Retzius, *Ueber den Bau der Leber*, dans *Müll. Arch.*, 1849, II, p. 141. — C. Wedl, *Ueber die traubenförmigen Gallengangdrüsen*, in *Sitzungsber. der Wiener Akad.*, 1850, déc., p. 480, c. pl. — N. Weja, *Beiträge zur feineren Anatomie der Leber*, in *Müll. Arch.*, 1851, p. 79. — Lereboullet, *Sur la structure intime du foie*, Paris, 1853, et in *Compt. rend.*, 1852. janv. — A. Cramer, *Bijdr. t. d. fijn. struct. d. Lever*, in *Tijdschr. d. nederl. maatschr.*, 1853, févr. — Gerlach, in *Ecker Icones*, pl, VII. — Reichert, in *Jahresb.* pour l'année 1855, p. 77. — Remak, *Unters z. Entw.*, p. 118. — Rainey, *On the capillaries of the liver*, in *Micr. Journ.*, I, p. 231. — Kölliker, *Vorkommen e. phys. Fettleber bei saugenden Thieren*, in *Würzb. Verh.*, VII. — L. S. Beale, *Lect. on the min. anat. of the liver*. in *Med. Times and Gaz.*, 1856, n°ˢ 299, 302, 306, et in *Philos. Trans.*, t. 146, I, p. 375 ; *On some points of the anat. of the liver*, London, 1856, Churchill, et *Archives of Medicine*, London, 1857, I, p. 21-34, et II, p. 116. — Virchow, *Ueber des Epithel der Gallenblase und e. intermediären Stoffwechsel des Fettes*, in *Virch. Arch.*, XI, p. 574. — L. Braun, *De hepatis cellulis et commutationibus, quas subeunt illæ quidem reagentibus chemicis tractatae*. *Griphiæ*, 1856, *diss.* — Luschka, *Die Drüsen der Gallenblase des Menschen*, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 1858, t. IV, p. 189. — Schmidt, in *Amer. Journal of the med. sciences*, 1859, p. 13. — J. Budge, *Ueber der Verlauf der Gallengänge*, in *Müll. Arch.*, 1850, p. 642. — E. Wagner, *Beitrag z. normal. Bau der Leber*, in *Arch. d. Heilkunde*, 1859, p. 251, et *Oestr. Zeitschr. f. prakt. Heilk.*, 1861, n° 13. — J. Engel-Reimers, *Expl. micr. de tel. hepat. conjunctura*. Berol., 1860. — Heschl, in *Oest. Zeitschr. f. prakt. Heilk.*, 1861, p. 10. — Henle, in *Gött. Nachr.*, 1861, n° 20,

et in *Splanchnologie*. — J. Andréjević, *Ueber der feineren Bau der Leber*, in *Wien. Sitzungsber.*, t. LXIII. p. 379, reproduit in *Moleschott's Unters.*, VIII, p. 350. — J. Schrœder van der Kolk, in *Versl. d. K. Akad. v. Wetenschappen Naturk.*, D.XII (foie de l'éléphant). — F. Schweigger-Seidel, in *Virch. Arch.*, XXVII, p. 505 (capillaires biliaires). — L. Riess, in *Arch. f. Anat.*, 1863, p. 473 (conduits biliaires). — Mac Gillavry, in *Wien. Sitzungsb.*, t. LII, sect. p. 207. — E. Brücke, in *Wien. Sitzungb.*, t. LII, sect. p. 501. — N. Chrzonszczewsky, in *Med. Centralbl.* 1864, n° 38; *Virch. Arch.*, t. XXXV, p. 153. — J. Hyrtl, in *Wien. Sitzungsb.*, t. XLIX, p. 161.— G. Irminger, *Beitr. z. Kenntniss der Gallenwege*, Zurich., 1865; *Diss.*— E. Hering, *Ueber der Bau der Wirbelthierleber*, 1re partie, in *Wien. Sitzungsb.*, 11 mai 1866; 2e partie, *ibid.*, 6 déc. 1866, toutes deux t. LIV; *Vorlaulige Mittheilung zur* II Abth., t. LIV, p. 240. — C. J. Eberth, in *Med. Centr.* 1866, n° 57, et in *Virch. Arch.*, t. XXXIX, p. 70. — Reichert, in *Arch. f. Anat.*, 1866, p. 734.

SECTION III

DU PANCRÉAS.

§ 160. **Structure du pancréas.** — Le pancréas est une glande en grappe composée, qui ressemble si exactement aux glandes salivaires qu'il suffira de peu de mots pour en faire connaître les caractères essentiels. Comme



Fig. 316.

dans toutes les glandes en grappe, on distingue très-facilement dans le pancréas des lobules de divers ordres, dont les plus petits sont composés de vésicules glandulaires. Ces vésicules, dans la glande en question, ont un volume moyen (45 à 90 μ de diamètre) et une forme généralement

Fig. 316. — Vaisseaux du pancréas, chez le lapin. Grossissement de 45 diamètres.

arrondie. Elles sont composées d'une *membrane propre* et d'un *épithélium pavimenteux*, formé de cellules qui se distinguent : 1° par une substance précipitable par l'acide acétique, mais soluble dans un excès de ce réactif, et qui est probablement la même que la matière protéique du suc pancréatique ; 2° très-souvent par une foule de granulations graisseuses, qui donnent aux vésicules un aspect foncé, et les font paraître remplies de cellules. Les canaux excréteurs du pancréas ont des parois minces et blanchâtres ; ils ont, du reste, les mêmes connexions avec les vésicules sécrétoires que dans les autres glandes en grappe; en se réunissant successivement, ils forment le *canal de Wirsung*. Leurs parois sont formées uniquement de tissu conjonctif et de fibres élastiques, et tapissées intérieurement d'un épithélium composé de petites cellules cylindriques, dont les dimensions dépassent rarement 13 à 18 μ pour la longueur, et 4 à 5 μ pour la largeur. Dans l'épaisseur des parois du canal de Wirsung et de ses branches principales, on trouve de petites glandes en grappe, de 130 à 180 μ de diamètre, dont les vésicules ont 34 à 45 μ, et contiennent un épithélium peu riche en graisse; ces glandes, en nombre assez considérable, ont peut-être les mêmes fonctions que les lobules du pancréas. J'ai rencontré bien des fois le second canal excréteur du pancréas, plus petit, qui naît de la tête de la glande et qui, uni au canal principal par une branche latérale, s'ouvre dans l'intestin tantôt au-dessus, tantôt au-dessous du premier (Verneuil, Bernard, Sappey); mais je ne doute pas que ce canal ne manque souvent, comme l'indique Henle. Le pancréas possède, comme toutes les glandes, une enveloppe formée d'un tissu conjonctif plus ou moins graisseux, dans laquelle se ramifient les *vaisseaux* et les *nerfs*. Les vaisseaux affectent la même distribution que dans la parotide; les lymphatiques y paraissent seulement plus abondants. Quant aux nerfs, ils accompagnent simplement les vaisseaux; ils proviennent du grand sympathique et se composent de fibres fines, avec quelques fibres de moyen calibre. — Le *suc pancréatique* est complétement liquide à l'état normal; ce n'est qu'accidentellement qu'on y trouve des éléments solides, tels que des cellules d'épithélium, provenant des vésicules glandulaires ou des canaux excréteurs. — Le pancréas *naît* de la paroi postérieure du duodénum, par une dépression en doigt de gant qui s'y forme, et dont le développement ultérieur suit la même marche que dans les glandes salivaires. Mais comme le pancréas constitue, dès l'origine, une masse beaucoup plus compacte, il en résulte qu'il est plus difficile d'étudier la structure de ses diverses parties.

Après que Bernard eut attiré l'attention sur ce fait que chez certains animaux il existe dans la paroi intestinale, au voisinage du canal excréteur, des glandes isolées ayant la structure du pancréas, Klob trouva également de semblables *pancréas accessoires* chez l'homme, et Zenker, E. Wagner (*Arch. f. phys. Heilk.* 1862, p. 283), et Gegenbaur (*Müll. Arch.*, 1863, p. 163) ont confirmé cette observation. On trouve constamment un pancréas accessoire dans la paroi intestinale, et cela le plus souvent dans la première anse du jéjunum. On a trouvé aussi de semblables glandes accessoires dans le duodénum, dans la paroi de l'estomac (Klob, Wagner,

Gegenbaur) et au-dessus de la valvule iléo-cæcale, à l'extrémité d'un cul-de-sac de l'intestin. Dans un cas, il y avait deux pancréas accessoires. Ce sont d'ailleurs les recherches physiologiques qui devront fournir la preuve que ces glandes appartiennent véritablement au pancréas, car, au point de vue anatomique, le pancréas ne présente aucun caractère distinctif certain, et il serait impossible de déterminer si une glande en grappe occupant la paroi de l'intestin doit être rangée à côté de ce dernier ou rentre dans le grand groupe des petites glandes intestinales.

L'étude du pancréas ne présente aucune difficulté; chez l'homme, cependant, on est souvent incommodé par la graisse qui remplit les cellules épithéliales des vésicules glandulaires. C'est pourquoi il importe de ne pas négliger l'étude du pancréas chez les mammifères (lapin, souris), où cet organe contient généralement moins de graisse. Les glandules des canaux excréteurs se voient très-bien quand on traite ces derniers par l'acide acétique.

Bibliographie. — A Verneuil, *Mém. sur l'anat. du pancréas*, in *Gaz. méd.*, 1851, nos 25 et 26. — Bernard, *Mém. sur le pancréas*. Paris, 1856. — H. Hyde Salter, art. *Pancreas,* in *Cyclop. of Anatomy,* t. XLIV, p. 88. — Klob, in *Zeitschr. d. Ges. d. Wien. Aerzte*, 1859, nº 46. — F. A. Zenker, *Nebenpancreas in der Darmwand*, in *Virch. Arch.,* XXI, 369.

SECTION IV

DE LA RATE.

§ 161. **Structure générale.** —La rate, *splen s. lien,* est une glande vasculaire sanguine, dont les fonctions sont relatives au renouvellement du

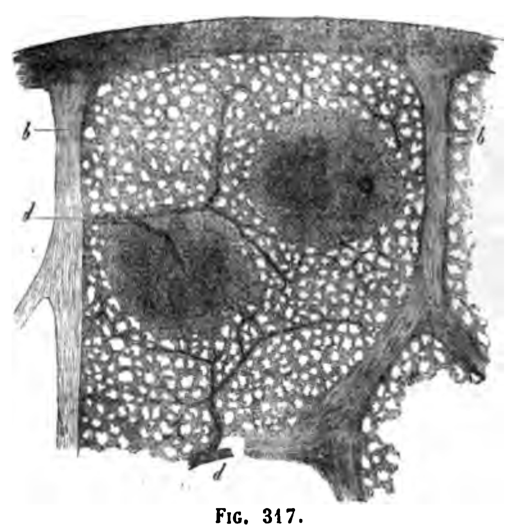


FIG. 317.

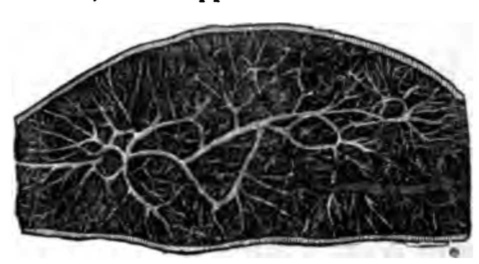
sang et probablement aussi à la sécrétion de la bile. La rate est consti-

FIG. 317. — Section verticale des couches extérieures de la rate humaine. — *a*, membrane fibreuse et péritoine. — *b b*, tubercules de la rate. — *c c*, corpuscules de Malpighi, dont l'un présente la section transversale de l'artère du corpuscule, l'autre, une artère dans sa longueur. — *d d,* ramifications artérielles. — *e e*, pulpe splénique rouge, avec les espaces veineux et le tissu splénique; les premiers (espaces blancs) sont tous remplis de sang, ce qui n'est pas figuré, et un peu plus larges que d'habitude. Grossissement de 38 diamètres.

tuée par une *enveloppe fibreuse* et *séreuse*, et par un *parenchyme mou*, qui se compose principalement de trabécules résistantes (*trabécules spléniques*), entrelacées en forme de réseau, et d'une substance rouge (*pulpe splénique*) renfermée dans les mailles des trabécules. Dans la pulpe splénique, on trouve, en outre, un grand nombre de corpuscules particuliers, de couleur blanchâtre (*corpuscules de la rate*). La rate, enfin, contient une foule de *vaisseaux* et un certain nombre de *nerfs*.

§ 162. **Enveloppes de la rate et trabécules.** — L'*enveloppe péritonéale* recouvre toute la surface de la rate, à l'exception du hile, où le péritoine se réfléchit sur les vaisseaux et nerfs spléniques et se porte sur le grand cul-de-sac de l'estomac, en formant l'épiploon gastro-splénique, et de l'extrémité supérieure de la rate, où il constitue le ligament phrénico-splénique. L'enveloppe péritonéale de la rate est tellement adhérente, chez l'homme, avec l'enveloppe fibreuse sous-jacente (cette adhérence est moindre chez les ruminants) qu'on ne peut la détacher de l'organe que par lambeaux.

La *membrane fibreuse* (*tunique albuginée* ou *tunique propre*) enveloppe complétement la rate : c'est une membrane demi-transparente, assez mince, mais cependant très-résistante. Au niveau du hile de la rate, cette enveloppe pénètre dans l'intérieur de l'organe, en formant une gaîne particulière (*vagina vasorum*), analogue à la capsule de Glisson, pour les vaisseaux, qu'elle accompagne jusqu'à leurs plus fines ramifications. Chez l'*homme*, l'enveloppe fibreuse consiste en un tissu conjonctif ordinaire, contenant de nombreux corpuscules de tissu conjonctif et de riches réseaux de fibres élastiques. D'après mes recherches, on trouve encore dans cette enveloppe, chez quelques animaux, une certaine quantité de *fibres musculaires lisses :* c'est ce qu'on peut observer chez le chien, le cochon, l'âne, le chat (ces fibres musculaires n'existent point chez le lapin, le cheval, le bœuf, le hérisson, le cochon d'Inde et la chauve-souris).


Fig. 318.

Les *trabécules spléniques* (fig. 318) sont des fibres blanches, brillantes, aplaties ou cylindriques, d'un diamètre moyen de $0^{mm},2$ à $1^{mm},5$; elles naissent en foule de la face profonde de l'enveloppe fibreuse, en nombre plus restreint de la surface externe des gaînes fibreuses des vaisseaux, et s'unissent entre elles dans l'épaisseur de la rate, de manière à constituer un réseau qui s'étend dans tout l'organe. Les mailles circonscrites par le

Fig. 318. — Coupe transversale faite vers la partie moyenne de la rate du bœuf adulte. Figure destinée à montrer les trabécules spléniques et leur disposition. Grandeur naturelle.

réseau des trabécules communiquent toutes entre elles ; elles renferment la substance rouge de la rate, ainsi que les corpuscules de la rate, et, bien qu'elles diffèrent beaucoup les unes des autres, elles présentent cependant, jusqu'à un certain point, la même forme et les mêmes dimensions. Le meilleur moyen d'étude pour arriver à connaître la disposition et la liaison des trabécules consiste à examiner des fragments de rate dont la pulpe a été enlevée par le lavage. On y voit facilement que les trabécules, quoique d'un calibre très-différent, ne se ramifient point à la manière des vaisseaux, et qu'elles sont unies entre elles très-irrégulièrement. Là où quatre ou cinq (ou un plus grand nombre) de ces trabécules de dimensions inégales se réunissent, on trouve ordinairement un petit tubercule aplati et cylindrique, semblable à un ganglion nerveux. Ces petits tubercules se rencontrent plus fréquemment au voisinage de la surface de l'organe que dans les parties profondes et vers le hile ; dans ces derniers points, les gros vaisseaux du parenchyme forment, en effet, un soutien suffisant, et l'union solide des trabécules était moins nécessaire.

La *structure* des trabécules de la rate est tout à fait la même, chez l'homme, que celle de l'enveloppe fibreuse ; ces trabécules sont constituées par un tissu conjonctif à fibres longitudinales, accompagné de fibres élastiques fines. Chez les animaux, on trouve aussi dans les trabécules des fibres musculaires lisses à direction longitudinale ; tantôt ces fibres existent dans *toutes les trabécules* (cochon, chien, âne, mouton, lapin, cheval, hérisson, pécari, chauve-souris, chat), tantôt on n'en rencontre que dans *les plus petites* d'entre elles (bœuf). (Consultez, pour plus de détails, *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 256.)

Les assertions des observateurs relativement à l'existence de fibres musculaires dans la rate de divers animaux (existence que j'ai découverte en 1846), sont un peu différentes. Comme, depuis mes premières recherches, dont les résultats sont consignés ci-dessus, je ne me suis plus occupé de ce sujet, j'ajouterai que le dernier anatomiste qui a fait des études sur la rate, W. Müller, assure que l'enveloppe est formée, dans ses couches superficielles, de tissu conjonctif et de fibres élastiques, dans ses couches profondes, au contraire, tantôt principalement de fibres musculaires lisses (dauphin, hérisson, chat, porc), tantôt de parties égales de fibres musculaires et de tissu conjonctif (taupe, rat, lapin) et tantôt principalement de tissu conjonctif, avec quelques rares faisceaux musculaires (ruminants, singe, homme). Chez l'*homme*, il y aurait, d'après Meissner, des fibres musculaires, tandis que Gerlach, Gray, Stinstra et Henle n'en ont pas plus trouvé que moi ; Frey, au contraire, en a observé au moins dans les trabécules. Le nombre et le volume des trabécules, d'après W. Müller, sont en général proportionnés au volume de la rate.

§ 163. **Pulpe splénique.** — La *pulpe splénique* (*substance rouge de la rate*, ou *parenchyme de la rate*) est une substance molle, rougeâtre, remplissant tous les intervalles que laissent entre eux les trabécules spléniques et les vaisseaux d'un certain volume. Sur une section de la rate, cette substance est facile à enlever, en raison de sa mollesse. La pulpe splénique est essentiellement formée de deux éléments : des *vaisseaux les plus fins de la rate* et du *tissu splénique proprement dit*, auquel

s'ajoutent, chez certains animaux (ruminants, cochon), de petites trabécules microscopiques, souvent composées, pour ainsi dire, exclusivement de fibres cellules musculaires. Comme les vaisseaux sanguins seront étudiés plus loin, il ne sera question ici que du tissu splénique.

Le *tissu propre de la rate* (Billroth), ou le tissu glandulaire de cet organe, n'a été bien étudié que dans ces derniers temps, par Billroth; il est formé d'une variété de cette substance conjonctive que nous avons appelée cytogène (substance adénoïde de His). Examiné à l'état frais, il est excessivement mou et délicat et ne semble composé que d'un peu de liquide et de petits noyaux ou éléments celluleux; mais si l'on se sert de tranches prises sur une rate qu'on a fait durcir dans l'alcool ou dans l'acide chromique, et si on les nettoie soigneusement avec un pinceau, on s'assure que Billroth a parfaitement raison quand il affirme que partout le tissu splénique présente un réseau fibrillaire serré, servant de couche fondamentale et de support aux autres éléments.

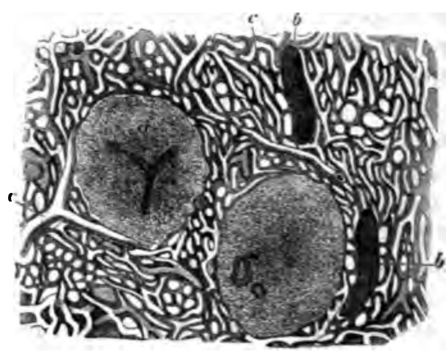


Fig. 319.

Entrons dans quelques détails au sujet de ce réticulum du tissu splénique. Il est extrêmement serré, et formé de fibres tellement délicates qu'il n'en existe de semblables dans aucun autre organe glandulaire (fig. 320). Généralement ces fibres sont sans noyaux; cependant *on y rencontre aussi indubitablement des noyaux*, notamment sur les jeunes animaux, et même sur des animaux âgés; on ne saurait donc douter que *là aussi ce réseau n'est autre chose, dans l'origine, qu'un réseau de corpuscules de tissu conjonctif*, dont les noyaux disparaissent plus tard en grande partie, ainsi qu'on l'observe dans d'autres organes analogues. Dans les mailles de ce réseau sont déposées les *cellules du tissu splénique* ou *cellules parenchymateuses de la rate*, de telle sorte que souvent une cellule unique, d'autres fois deux ou trois cellules remplissent une maille. Le réticulum et les cellules constituent, par leur ensemble, des masses continues de tissu splénique, qui occupent les espaces entre les vaisseaux un peu considérables de la substance rouge de la rate et qui, à leur tour, sont traversées par les vaisseaux les plus fins. Comme la disposition des vaisseaux les plus ténus de la substance splénique rouge est différente dans les diverses espèces ani-

Fig. 319. — Petit fragment d'une rate durcie dans l'acide chromique et dans l'alcool. Grossissement de 38 diamètres. D'après une préparation de Billroth. — *aa*, corpuscules de Malpighi; l'un présente dans son intérieur une artère divisée en fourche; l'autre présente deux vaisseaux divisés en travers; *b*,*b*, trabécules spléniques; *c*, artères. — Le reste est composé de veines capillaires, Billroth (les espaces blancs) et de trabécules du tissu splénique qui les séparent (les cordons noirs).

males, il s'ensuit nécessairement que les particules les plus petites du tissu splénique doivent présenter elles-mêmes une disposition diverse. A ce point de vue, nous ferons seulement remarquer ici que dans la rate humaine, où les petites veines forment un plexus extrêmement serré, le tissu splénique se montre également sous la forme de cordons anastomosés en réseau (tubes ou cordons pulpeux, Frey), remplissant parfaitement toutes les lacunes des plexus veineux, et renfermant eux-mêmes les dernières ramifications des artères.

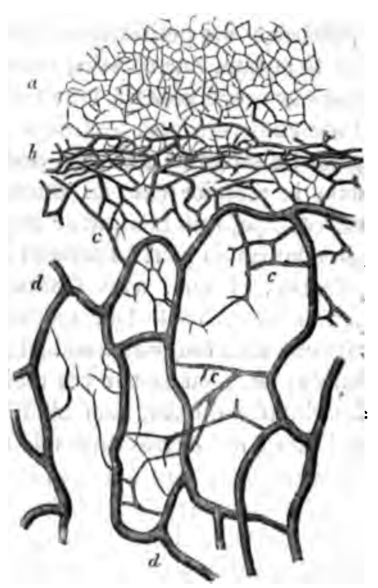


FIG. 320.

Les *cellules du tissu splénique* (ou *cellules parenchymateuses* de la rate) sont des cellules à noyau rondes, de 6 à 11 μ de diamètre; elles sont, pour la plupart, tellement semblables aux cellules contenues dans les corpuscules de Malpighi (voy. ci-dessous), qu'il n'est pas nécessaire d'insister sur leur description. Au milieu des cellules de la pulpe, et mélangés avec elles, se rencontrent des *noyaux libres*, dont le nombre est plus considérable, en général, que dans les corpuscules de Malpighi. Mais un examen minutieux démontre que, ici comme là, ces noyaux n'existent pas normalement; de sorte que, abstraction faite du réticulum, le tissu splénique ne contient d'autres éléments essentiels que des cellules arrondies. On trouve, cependant, dans la pulpe splénique quelques autres éléments : 1° de petits corpuscules pâles, arrondis, homogènes, un peu plus gros que des globules sanguins, qui paraissent être des noyaux d'apparence homogène, étroitement entourés par une fine membrane d'enveloppe; 2° des cellules plus grosses (ayant jusqu'à 22 μ de diamètre), dont les unes, très-pâles, pourvues d'un ou de deux noyaux, et les autres, que je désigne sous le nom de *cellules granuleuses incolores*, c'est-à-dire pourvues de granulations plus ou moins incolores, foncées et de nature graisseuse. Les deux éléments dont il est question se rencontrent aussi dans les corpuscules de Malpighi, mais jamais en aussi grand nombre. Les diverses cellules parenchymateuses de la rate et les noyaux en apparence libres existent dans la pulpe en quantité telle que, sauf le réticulum qui les tient réunies et une petite portion d'un liquide jaune rougeâtre interstitiel, elles constituent environ la moitié de la substance rouge de la rate.

FIG. 320. — Réticulum de la rate du mouton, d'après une préparation de Frey; grossissement de 300 diamètres. *a*, réticulum de la pulpe splénique; *b*, enveloppe d'un corpuscule de Malpighi, formée d'une portion plus serrée du réticulum; *c*, *c*, réticulum dans l'intérieur d'un corpuscule de Malpighi, dont une faible portion seulement est figurée; *d*, *d*, capillaires du corpuscule injectés. Le dessin est du docteur Eberth.

Outre les cellules parenchymateuses incolores, la pulpe splénique renferme toujours une certaine quantité de globules rouges du sang, à divers états, suivant les sujets, ce qui, joint au degré variable de réplétion des capillaires et des petites veines, détermine les colorations si diverses que présente la rate. Sur certains animaux, en effet, elle est tantôt pâle ou d'une couleur rouge grisâtre, tantôt d'un rouge brun ou même d'un rouge noir. Dans ce dernier cas, on trouve dans la pulpe splénique une multitude de globules sanguins modifiés, dont nous nous occuperons dans un instant; dans le premier cas, au contraire, on aperçoit facilement, à l'aide du microscope, que la couleur dépend de globules sanguins non modifiés, globules qu'on peut facilement expulser du tissu de la rate en le comprimant, et qui, sous l'influence de l'eau, abandonnent au bout de peu de temps toute leur matière colorante. Chez d'autres animaux, la rate conserve toujours sensiblement la même coloration, en général assez foncée; on n'en trouve pas moins, dans son intérieur, tantôt seulement des globules du sang non modifiés et tantôt aussi un grand nombre de globules à des degrés divers de métamorphose. Ces métamorphoses, très-remarquables, tout à fait spéciales et essentiellement les mêmes chez tous les animaux, s'accomplissent de la manière suivante : 1° Les globules du sang deviennent plus petits, plus foncés (les globules elliptiques des animaux inférieurs prennent une forme circulaire); en même temps ils se pelotonnent en amas arrondis. 2° Les globules sanguins compris dans ces amas se rapetissent de plus en plus, en prenant une couleur jaune doré, rouge brun ou noire, et se transforment en *amas pigmentaires*, soit en totalité, soit après s'être divisés en granulations pigmentaires. — Dans quelques cas, les globules sanguins ne forment point d'amas, mais subissent néanmoins les diverses colorations et phases de destruction que nous venons de signaler. D'autres fois ils sont contenus dans des espèces de productions à noyau, qui ressemblent à s'y tromper à des cellules, et que j'avais appelées *cellules contenant des globules sanguins* (fig. 321). Dans ces cas, les globules sanguins se détruisent de la même manière et se transforment peu à peu en granulations pigmentaires diversement colorées, et même, en dernier lieu, en corpuscules incolores. Aussi, à côté des particules d'apparence celluleuse renfermant des globules sanguins non altérés, en trouve-t-on toujours d'autres qui ressemblent à des cellules granuleuses colorées ou incolores.

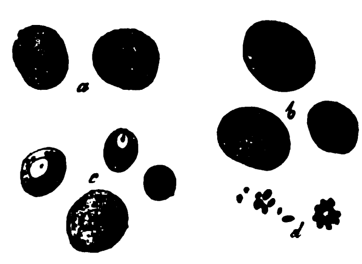


FIG. 321.

FIG. 321. — Cellules contenant des globules sanguins et métamorphoses de ces globules, dans la rate du lapin. Grossissement de 358 diamètres. — *a*, deux cellules à noyau contenant des globules sanguins; *b*, cellules analogues transformées en cellules pigmentaires brunes; *c*, cellules qui sont de nouveau décolorées; *d*, granulations pigmentaires provenant de globules du sang qui se sont métamorphosés en restant libres.

Le tissu splénique ne forme pas, dans la rate, un tout parfaitement circonscrit, comme on était jusqu'ici porté à l'admettre; il a des connexions plus ou moins intimes avec diverses autres parties, comme il résulte principalement des recherches approfondies de Billroth. Ceci s'applique en particulier au réticulum, qui se continue, d'une part, avec le réticulum et l'enveloppe des corpuscules de Malpighi, d'autre part, avec un réseau plus gros qui entoure les artères et les veines, ainsi qu'il sera exposé plus bas. Mais les cellules de la rate elles-mêmes ne sont pas des éléments *sui generis*, et les faits d'anatomie comparée nous apprennent qu'elles sont les analogues de celles des corpuscules de Malpighi, et que des éléments semblables se rencontrent également dans les gaînes des artères.

D'après mes observations récentes, la pulpe splénique des animaux nouveau-nés ou à la mamelle renferme encore d'autres éléments, outre ceux qui ont été mentionnés jusqu'ici, et peut-être en est-il de même chez des animaux d'un certain âge, ce sont :

1° De petites cellules à noyau *jaunâtres*, quelquefois difficiles à distinguer des globules sanguins, et qu'on doit considérer comme des *globules sanguins en voie de formation ;*

2° Des cellules finement granulées, de 22 à 45 μ de diamètre, à *noyaux multiples* (4 à 10 et même plus), réunis en un amas central. Ces éléments spéciaux, qui rappellent les cellules à noyaux multiples de la moelle osseuse, et que j'ai rencontrés, il y a fort longtemps. dans le sang du foie chez les embryons (voy. Fahrner, *De glob. sang. orig.*, fig. 10 c.), m'ont paru se former dans la pulpe splénique; j'ai démontré qu'ils existent également, dans le sang des veines spléniques. (Relativement aux noyaux bourgeonnants des cellules, voy. ci-dessus, § 11, fig. 8).

3° Un certain nombre, souvent assez considérable, de cellules en huit de chiffre, c'est-à-dire en voie de scission, cellules incolores, à deux noyaux, qui se rencontrent également dans le sang de la veine splénique et du foie. (Voy. Fahrner, fig. 8.)

De ces éléments, les plus importants sont certainement les cellules à noyau jaunes qu'on doit considérer comme des globules sanguins en voie de développement. Après avoir découvert ces cellules, j'ai formulé cette proposition que par là, à mon avis, la formation des globules rouges dans le rate était, pour la première fois, non pas *soupçonnée, mais démontrée par l'observation.*

Cette proposition a surtout trouvé de l'opposition de la part de Funke qui, déjà, en 1847 (*Physiol.*, 1re édit., p. 134), avait soutenu que la *moindre par ticule de pulpe splénique* présentait, sous le microscope, de nombreuses formes intermédiaires entre les cellules incolores à noyau et les cellules colorées sans noyau. Cependant, je ne puis m'empêcher de maintenir l'exactitude de ma proposition, car je ne saurais confirmer ce que dit Funke (*Physiol.*, 3e édit., p. 157), relativement à la formation des globules sanguins rouges dans la rate du bœuf. Si là la formation des globules rouges du sang est aussi facile à observer que le prétend Funke, d'autres réussiront aussi à la voir, ce qui n'a pas encore eu lieu jusqu'ici.

Les modifications que subit le sang dans la rate (voy., pour plus de détails, mon *Anat. microsc.*, II, 2, p. 268 à 271), et que Ecker a observées à la même époque que moi, en leur donnant la même interprétation, ont attiré dans ces derniers temps l'attention d'un grand nombre d'anatomistes. Les uns, tels que Gerlach, Schaffner, Funke, dans les premiers temps, et d'autres, ont rattaché les corpuscules celluleux avec cellules sanguines à une formation nouvelle de ces dernières, opinion qui est certainement erronée et qui est aujourd'hui presque généralement abandonnée. D'autres ont simplement nié l'existence de cellules à noyaux renfermant des globules sans

guins, comme Remak et d'autres; ils ont même nié à tort, bien certainement, que des globules sanguins rouges se détruisent dans la rate, c'est-à-dire se transforment en corpuscules pigmentaires. Quant aux cellules renfermant des corpuscules sanguins, les observations de Preyer ont prouvé qu'elles résultent très-probablement de ce que les cellules incolores de la pulpe ou du sang, dans leurs mouvements amiboïdes, emprisonnent des globules rouges du sang et les reçoivent dans leur intérieur; voyez à cet égard le § 17. Cohnheim (*Virch. Arch.* T. XXXIII, p. 311), et Frey (*Histol.*, 2ᵉ édition, p. 485) ont observé ces mouvements amiboïdes des cellules de la pulpe splénique.

Les transformations des globules sanguins dans le tissu de la rate, leur changement en granulations pigmentaires et leur destruction complète appartiennent à cette série de phénomènes pathologiques dont la fréquence avait fait penser, mais à tort, qu'ils sont de l'ordre physiologique. Quand ces phénomènes deviennent excessifs, comme dans la fièvre intermittente, de telle sorte que le tissu de la rate prend une teinte foncée, personne ne doute qu'il s'agit d'un fait morbide. On pourrait demander, du reste, quelle est la quantité de globules sanguins qui, à l'état de santé, se trouve dans le tissu de la rate, car il n'est pas même démontré que normalement il y a un seul globule sanguin dans le tissu splénique. Pour plus de détails sur ce sujet, voyez plus bas le chapitre des *vaisseaux*, la 3ᵉ édition de cet ouvrage, p. 246, et ma *Mikr. Anat.*

§ 164. **Corpuscules de Malpighi.** — Les *corpuscules de la rate ou de Malpighi* (*vésicules de la rate, glandules de la rate*) sont des corpuscules blancs, arrondis, qu'on trouve au milieu de la substance rouge de la rate, en connexion avec les plus petites artères. Ces corpuscules ne se voient nettement que dans les rates fraîches et saines; ils n'existent point ou ne se trouvent que rarement chez les individus qui ont succombé à des maladies ou après une abstinence prolongée. Cela explique pourquoi v. Hessling n'a rencontré ces corpuscules que 115 fois sur 960 sujets; pourquoi, sur des sujets d'un à deux ans, il les a observés dans la moitié des cas, sur des sujets de deux à dix ans, une fois sur 3, sur des sujets de dix à quatorze ans, une fois sur 16, et enfin sur des sujets de quatorze ans et au delà, seulement une fois sur 32. Sur les individus qui sont morts subitement, soit par accident, soit par suicide, soit par exécution judiciaire (j'ai observé quatre sujets appartenant à cette dernière catégorie), les corpuscules de la rate ne manquent probablement jamais; il en est de même chez la plupart des enfants. Dans ces diverses circonstances, ils sont aussi nombreux et



FIG. 322.

FIG. 322. — Portion d'une petite artère de la rate du chien, avec les corpuscules de Malpighi qui reposent sur ses rameaux. Grossissement de 10 diamètres.

aussi distincts que chez les mammifères. — Le volume des corpuscules de la rate, chez l'homme et chez les animaux, est soumis à certaines variations; jusqu'ici on l'a généralement exagéré, parce qu'on ne les isolait pas convenablement. Leur diamètre est de $0^{mm},2$ à $0^{mm},7$ (en moyenne, $0^{mm},35$). Il est possible que ces différences tiennent aux divers états de l'appareil chylopoiétique, et que les corpuscules soient plus volumineux après la digestion qu'ils ne l'étaient avant. Cependant je les ai trouvés, ainsi que Ecker, parfaitement développés chez des animaux soumis à l'abstinence, et nous manquons absolument de faits pour apprécier, quant à l'espèce humaine, l'influence de l'époque digestive.

Les corpuscules de Malpighi se trouvent à la vérité au sein de la substance rouge de la rate, dont on peut à peine les isoler complétement; mais *toujours ils sont unis à un rameau artériel*. Tantôt ils sont appliqués directement sur le côté d'un petit vaisseau, tantôt on les rencontre dans l'angle de séparation de deux petits vaisseaux, tantôt enfin ils paraissent comme pédiculés. Dans ce dernier cas, l'artère traverse l'intérieur du corpuscule, et cette disposition est la règle chez l'homme (Billroth et autres); en ce sens que les artères traversent, en général, une portion du corpuscule, si ce n'est toujours la partie centrale, tandis que chez les animaux, on rencontre très-fréquemment des corpuscules appliqués sur les côtés des artères. — Le nombre des corpuscules est très-considérable; des rameaux artériels de 45 à 90 μ de diamètre portent de cinq à dix corpuscules. Lorsqu'on a débarrassé de la pulpe splénique une petite artère avec les corpuscules qu'elle supporte, la pièce ressemble à une petite grappe très-élégante (fig. 322). En estimant qu'il existe un corpuscule par 1-1 $\frac{1}{2}$ ligne cube de pulpe splénique, je crois qu'on est plutôt au-dessous qu'au-dessus de la réalité.

Quant à la *structure intime*, les corpuscules de Malpighi sont formés d'une *enveloppe* et d'un *contenu*; leurs éléments histologiques sont, d'une part, un réticulum parfaitement semblable à celui de la pulpe, et, d'autre part, des cellules disséminées dans les mailles de ce réticulum. Celui-ci présente, dans l'intérieur des corpuscules, une conformation assez analogue à celle des follicules des plaques de Peyer, et se distingue de celui de la pulpe par des trabécules un peu plus grosses et des mailles un peu plus larges. Vers la surface du corpuscule, les mailles deviennent graduellement plus étroites, et enfin le réticulum se condense en une membrane d'enveloppe, qui, suivant les animaux, est tantôt très-distincte et tantôt moins nettement délimitée, mais qui certainement est composée exclusivement d'un réseau serré des mêmes fibres qu'on trouve à l'intérieur. Il est parfaitement certain que tout ce réseau a également ici la signification d'un réseau de corpuscules de tissu conjonctif anastomosés; même chez l'adulte, on trouve encore çà et là quelques noyaux aux points d'union des trabécules.

Dans le paragraphe précédent, nous avons déjà fait remarquer que le réseau qui forme l'enveloppe des corpuscules de Malpighi, se continue directement avec celui de la pulpe splénique avoisinante; il ne nous reste

donc qu'à décrire les rapports des corpuscules avec les artères. Celles qui portent ces corpuscules possèdent, en dehors de la tunique musculeuse, une gaîne distincte (gaîne vasculaire de quelques auteurs, adventice et gaîne vasculaire d'autres anatomistes). La portion interne de cette gaîne est composée de tissu conjonctif ordinaire, d'un certain nombre de fibrilles élastiques et de corpuscules conjonctifs, allongés, fusiformes. Vers l'extérieur, le tissu conjonctif et élastique se perd graduellement et il *ne reste, en définitive, que des corpuscules de tissu conjonctif allongés, qui forment manifestement un réseau à mailles longues et étroites*, et qui insensiblement se continuent avec le réticulum du corpuscule et contiennent des cellules dans leurs mailles. Or, que les artères parcourent la portion centrale du corpuscule, ou que celui-ci s'insère sur le côté de l'artère, les rapports sont les mêmes, et les corpuscules représentent une sorte d'état plus spongieux, des couches extérieures de la gaîne de l'artère, avec de nombreuses cellules disséminées dans son épaisseur, avec cette différence que dans un cas la gaîne tuméfiée par les cellules entoure l'artère circulairement, tandis que dans le second, elle ne forme qu'un renflement latéral. On peut donc établir des connexions *étroites entre les artères et les corpuscules de Malpighi, et considérer ces derniers comme des épaississements de nature spéciale de la paroi artérielle*. L'anatomie comparée vient à l'appui de cette manière de voir (Leydig, Remak, Billroth, Key, Schweigger-Seidel, Frey, W. Müller); mais il ne faut pas oublier que les artères spléniques d'un certain volume ne possèdent pas de couche semblable, et qu'alors il faudrait, en définitive, considérer le tissu tout entier de la rate comme une sorte d'enveloppe spéciale des vaisseaux, ce qui rejetterait trop au second plan tout ce que ces formations présentent de spécial.



Fig. 323.

Les corpuscules de Malpighi n'ont point d'épithélium dans leur intérieur; les mailles de leur réticulum sont remplies par une substance liquide, visqueuse, gris blanchâtre. Cette substance contient : 1° une petite quantité d'un liquide transparent, neutre au papier de tournesol,

Fig. 323. — Réticulum de la rate du mouton, d'après une préparation de Frey. Grossissement de 300 diamètres. — *a*, réticulum de la pulpe splénique; *b*, enveloppe d'un corpuscule de Malpighi, formée d'une portion plus dense du réticulum; *cc*, réticulum dans l'intérieur du corpuscule de Malpighi, dont une faible portion seulement est représentée; *d*,*d*, capillaires des corpuscules, injectés. — Dessin du docteur Eberth.

et troublé par la chaleur (liquide albumineux); 2° un grand nombre de cellules arrondies, grandes et petites (de 4 à 13 μ de diamètre), pâles, la plupart pourvues d'un seul noyau, et devenant granuleuses sous l'influence de l'eau; 3° un nombre plus ou moins considérable de noyaux libres, qui, d'après mes nouvelles recherches, font défaut quand on procède à l'examen avec beaucoup de soin, et proviennent tous de cellules détruites. Indépendamment de ces cellules, qui contiennent souvent quelques granulations graisseuses et qui sont la preuve manifeste d'un travail incessant de multiplication des cellules s'accomplissant dans les corpuscules de Malpighi, on rencontre encore parfois, dans ces derniers, des globules sanguins, modifiés ou non, libres ou emprisonnés dans des sortes de cellules. On trouve encore dans les corpuscules de la rate, ainsi que je l'ai vu en 1852 sur la rate du chat, de petits *vaisseaux sanguins*, comme dans les follicules de Peyer (voy. plus haut). Cette observation a été répétée depuis par beaucoup d'auteurs, et le fait est considéré aujourd'hui comme général. Ces vaisseaux proviennent en partie des petites artères qui cheminent dans le corpuscule, en partie de petits vaisseaux situés extérieurement, et forment dans son intérieur un réseau capillaire élégant et serré qui, au voisinage de la membranne d'enveloppe, présente parfois des anses distinctes. Je n'ai pu voir la veine centrale dont parlent quelques observateurs récents; mais depuis des années (*Würzb. Verh.*, IV, 1854, p. 58), j'ai constaté que les *capillaires des corpuscules donnent naissance à de petites veines multiples*, qui sortent du corpuscule et se perdent dans la pulpe.



FIG. 324.

Les corpuscules de Malpighi, par leur constitution anatomique, se rapprochent des glandes solitaires ou des follicules de Peyer, déjà décrits, ainsi que des tonsilles et des ganglions lymphatiques; on peut, en conséquence, les considérer comme des *follicules glandulaires*. La présomption émise par beaucoup d'auteurs anciens et modernes que ces follicules sont en connexion avec les vaisseaux lymphatiques, bien que vraisemblable, n'a pas encore été démontrée. Cependant dernièrement Tomsa croit avoir suivi des vaisseaux lymphatiques de la gaîne des artères jusque dans leur intérieur, comme nous l'exposons en détail ci-dessous.

En 1852, Leydig et Remak ont simultanément et indépendamment l'un de l'autre frayé la voie d'une interprétation plus exacte des corpuscules de Malpighi, en démontrant, le premier, pour certains poissons, le second, pour les mammifères, que la tunique externe des petites artères spléniques peut présenter un riche dépôt de cellules et, d'une manière générale, une structure analogue à celle qui caractérise les corpuscules de Malpighi. La conclusion qui découle de ce fait, c'est que les corpuscules de la rate ne sont point des éléments spéciaux et indépendants, mais représentent seulement un degré de développement plus avancé des gaînes artérielles renfermant des cellules. Cette conclusion a été corroborée de plus en plus par les

FIG. 324. — Contenu d'un corpuscule de Malpighi du bœuf. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, petites cellules; *b*, grosses cellules; *c*, noyaux libres.

recherches ultérieures de Billroth, Key, Schweigger-Seidel, Henle, Frey; elle a été enfin si bien confirmée par les nombreuses observations comparées de W. Müller, qu'à cet égard aucun doute n'est plus possible. Entrons dans quelques détails. Les vésicules spléniques arrondies, plus ou moins nettement délimitées, ne se rencontrent que chez les mammifères, les oiseaux, les amphibies à écailles et chez l'Hexanchus (Leydig). D'autre part, les accumulations de cellules dans les gaînes des petites artères ne paraissent faire défaut chez aucun mammifère, et acquièrent chez certains d'entre eux, qu'il y ait ou non des vésicules spléniques, un grand développement. Elles sont très-marquées chez l'esturgeon (Leydig), où elles produisent de grandes proéminences unilatérales de la paroi artérielle. Mais même sur les *capillaires* de la pulpe, ces dépôts de cellules ne font pas défaut dans les gaînes dont ces vaisseaux sont parfois pourvus, ainsi que Schweigger-Siedel l'a observé le premier sur le porc, le chien, le chat et sur l'homme. W. Müller a rencontré ces *gaînes capillaires* ou *capsules terminales*, comme il les appelle, chez les poissons, les amphibies, les oiseaux, et parmi les mammifères, chez le porc-épic.

Chez l'homme, d'après W. Müller, les dépôts de cellules commencent à se montrer dans les gaînes des rameaux artériels de 200 à 150 μ, et se continuent jusque sur des vaisseaux de 20 μ de diamètre. Or, sur ces artères, les dépôts de cellules forment par places les corpuscules de Malpighi décrits ci-dessus; en d'autres points, ils constituent des épaississements allongés, et alors la gaîne mesure de 150 à 200 μ. Les artères au-dessous de 20 μ et les capillaires ont, en général, chez l'homme, la structure ordinaire; mais on rencontre aussi ces capillaires avec une tunique adventice de 7 à 10 μ, dont la structure rappelle celle des *gaînes capillaires* de certains mammifères. Ces capillaires sont déjà visibles à l'œil nu chez le porc, sous la forme de petits points blanchâtres; ils ont une forme ellipsoïde, et mesurent 200 à 240 μ de longueur sur 100 à 160 μ de largeur, tandis que le capillaire inclus mesure 10 à 6 μ. W. Müller décrit la substance des gaînes capillaires comme très-molle et visqueuse, faiblement réfringente, finement granulée, traversée çà et là par des fibres pâles et granuleuses, et renfermant des noyaux arrondis et délicats.

§ 165. **Vaisseaux et nerfs de la rate.**—A leur entrée dans la rate, l'artère splénique, relativement assez volumineuse, et la veine splénique, plus volumineuse encore, sont entourées par les prolongements de la membrane fibreuse déjà décrits sous le nom de *gaînes vasculaires*. Ces gaînes forment chez l'homme, autour des vaisseaux et des nerfs, des enveloppes complètes, à peu près analogues à celles que fournit la capsule de Glisson dans le foie. Il s'ensuit que les artères et les nerfs peuvent être isolés facilement; les veines sont moins facilement isolables, puisqu'elles sont solidement unies à la gaîne, sur le côté opposé à l'artère. A leur entrée dans la rate, les gaînes ont sensiblement une épaisseur égale à celle de la membrane fibreuse, et elles conservent cette épaisseur autour des branches principales des vaisseaux. Les ramifications vasculaires plus petites, ainsi que les petites branches qui se détachent des gros troncs, ont des gaînes de plus en plus minces, qui se perdent enfin dans la pulpe splénique sous forme de petites membranes délicates, lorsque les vaisseaux sont devenus très-fins. L'épaisseur d'une gaîne est toujours moindre que celle de la paroi artérielle correspondante, et plus considérable que celle de la paroi veineuse; les gaînes sont d'ailleurs relativement plus épaisses dans les ramifications vasculaires que dans les troncs. Nous avons déjà vu précédemment qu'une

foule de trabécules s'insèrent à la surface des gaînes vasculaires, qui concourent ainsi, avec les vaisseaux qu'elles enveloppent, à former l'ensemble réticulé qui occupe l'intérieur de la rate. — Chez certains mammifères, tels que le cheval, l'âne, le bœuf, le cochon, la brebis, etc., les gaînes sont disposées différemment : sur les petites veines, on n'en trouve point vestige, et sur les veines d'un certain volume, elles n'existent, à proprement parler, que du côté correspondant aux artères et aux nerfs. Les deux branches principales de la veine splénique sont seules pourvues de gaînes complètes; les artères, au contraire, possèdent des gaînes complètes depuis leurs troncs jusqu'aux ramifications les plus fines. Les gaînes vasculaires ont essentiellement la même structure que les trabécules; mais elles sont loin de présenter des fibres *musculaires* dans tous les cas où il en existe dans les trabécules; ainsi, les fibres musculaires font défaut dans les gaînes vasculaires du bœuf, tandis que chez le cochon, elles sont très-distinctes. En outre, dans les petites gaînes, les corpuscules de tissu conjonctif l'emportent sur les fibres élastiques, qui finissent par disparaître complétement; les réseaux de ces corpuscules se continuent de toutes parts avec le réticulum de la pulpe rouge.

Chacune des branches principales de l'*artère splénique* se divise, immédiatement après son entrée dans la rate, en une touffe de rameaux, dont les plus gros gagnent le bord antérieur, les plus petits le bord postérieur de l'organe, sans s'anastomoser avec ceux des branches voisines. Lorsque ces rameaux n'ont plus que 450 à 220 μ, ils se séparent des veines, contenues jusque-là avec eux dans la même gaîne, et émettent des ramuscules de 22 à 45, à 90 μ, dont nous avons déjà décrit les rapports avec les corpuscules de Malpighi. Ces ramuscules s'engagent ensuite dans la pulpe splénique et se divisent immédiatement en petits faisceaux d'artérioles qu'on a appelés *penicilli* (fig. 325), artérioles dont les unes pénètrent dans les corpuscules de Malpighi (voy. ci-dessus, § 164), et dont les autres se résolvent, en dehors des corpuscules, en véritables capillaires, de 6 à 11 μ de largeur. Ces capillaires, de même que les plus petites artérioles, *sont toutes contenues dans les trabécules spléniques décrites ci-dessus* (§ 163) et, d'après les recherches de Billroth, se continuent immédiatement avec les origines des veines, en formant de véritables réseaux capillaires, qui s'étendent dans toute l'épaisseur de la rate.


FIG. 325.

FIG. 325. — Extrémité des artères dans la rate humaine. Grossissement d'environ 25 diamètres.

Pour ce qui est des *veines*, celles d'un certain volume, qui, chez l'homme, cheminent encore avec les artères, n'offrent absolument rien de particulier, abstraction faite de leur calibre. Toutes sont pourvues d'une paroi distincte, qui est facile à démontrer, du moins du côté de l'artère, et qui s'amincit graduellement, en même temps que la gaîne des vaisseaux. Les embouchures de petites veines, qu'on a nommées *stigmates* de Malpighi, ne se rencontrent qu'en petit nombre dans les plus grosses de ces veines; dans les petites, au contraire, elles sont disposées d'une manière un peu différente : ainsi, ces petites veines donnent naissance, sur tous les points de leur circonférence, à un grand nombre de veinules, qui s'en détachent généralement à angle droit, d'où il résulte que leur paroi semble, par place, percée en crible ; d'autre part, leurs tuniques se confondent avec la gaîne des vaisseaux, si bien que les deux membranes réunies ne forment bientôt plus qu'une paroi très-mince, mais dont il est toujours facile de démontrer l'existence, même sur les plus petits vaisseaux isolables par la dissection. Nulle part ces veines ne m'ont présenté de dilatations d'aucune espèce; je ferai remarquer seulement qu'elles se rétrécissent moins vite que les artères. Quant à leur terminaison, nous devons à Billroth et à Frey la découverte importante que, dans la *rate humaine*, les plus petites veines de 20 à 40 μ de diamètre (d'après Billroth, de 67-90-110 μ; d'après Frey, de 16-22 μ et de 11-27 μ au maximum et au minimum) forment partout, dans la pulpe rouge, un réseau très-serré, qui constitue l'élément principal de cette portion de la rate. Ce fait, qui n'est pas difficile à observer sur des rates durcies, qu'elles soient ou non injectées, est confirmé par mes recherches, et je ferai observer qu'il éclaire pour la première fois la disposition de la substance splénique rouge, depuis si longtemps étudiée inutilement. Il est difficile de représenter exatement la texture élégante de la pulpe splénique, telle que nous la connaissons aujourd'hui. Néanmoins les figures 320 et 326 en font saisir les principaux traits. Je dois ajouter que la meilleure comparaison qu'on puisse établir est celle avec le tissu du foie ; car, de même que dans le foie les trabécules hépatiques et les capillaires, de même dans la rate, les trabécules de tissu splénique (réticulum et cellules parenchymateuses, avec les plus petites artères et les capillaires) et les plus petites veines s'entrelacent. La comparaison ne peut être poussée plus loin, et au point de vue histologique, l'analogie serait bien plus grande avec les cordons lymphatiques et les sinus lympha-



FIG. 326.

FIG. 326. — Fragment de la pulpe splénique d'une rate humaine durcie dans l'alcool, et nettoyé avec le pinceau. Grossissement de 250 diamètres. *aa*, réticulum ; *bb*, section transversale de veines capillaires dont l'épithélium est tombé ; *cc*, section de veines capillaires dont l'épithélium est plus ou moins intact ; *dd*, ces veines vues dans le sens de la longueur ; *e*, vaisseau capillaire situé dans le tissu splénique.

tiques de la substance médullaire des glandes lymphatiques (Frey, Billroth). On pourrait aussi comparer la pulpe splénique avec les corps caverneux des organes génitaux. Supposez que, dans ces derniers, les trabécules, qui contiennent également des artères et des capillaires, soient envahies par des cellules et formées de substance conjonctive cytogène, et l'analogie sera complète. Dans la rate, en effet, les *veines capillaires* (Billroth), improprement appelées aussi *veines des sinus caverneux* ou des *canaux spléniques*, comme Billroth le fait remarquer avec raison, sont dépourvues de paroi propre, et ne sont limitées, abstraction faite de l'épithélium, dont il va être question, que par une couche un peu plus épaisse du réticulum ci-dessus décrit, existant dans le tissu splénique proprement dit. Ainsi, les trabécules du tissu splénique forment la limite immédiate des veines capillaires, qui semblent n'être que des lacunes creusées dans ce tissu et tapissées d'un épithélium.

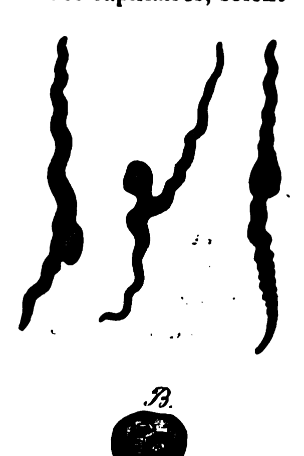


Fig. 327.

L'*épithélium* des vaisseaux spléniques, des veines surtout, se détache facilement et plus ou moins rapidement après la mort; il se montre alors à l'état de liberté dans la pulpe splénique. Les cellules ne sont autre chose que ces *corps fusiformes* (fig. 327) qu'autrefois j'avais eu quelque tendance à comparer aux fibres-cellules musculaires; elles ont souvent un noyau appliqué contre une de leurs faces; quelquefois elles sont enroulées sur elles-mêmes; il n'est pas rare non plus de les trouver au milieu d'une sorte de vésicule qui, vraisemblablement, n'a pris naissance qu'après la mort. Billroth a rencontré ces cellules même dans les plus petites veines de la pulpe, où, comme il est facile de le voir, elles sont disposées en simple couche et de telle façon que leurs noyaux font saillie dans la cavité des veines.

La partie la plus obscure de la structure de la rate est toujours celle qui est relative aux connexions des capillaires de la pulpe avec les plexus veineux caverneux les plus fins. La description qui me paraît mériter le plus de confiance, est celle que je défends depuis longtemps, avec laquelle sont d'accord aussi les recherches de Gray et surtout celles de Billroth, et d'après laquelle les capillaires et les veines communiquent directement ensemble. J'ai observé effectivement ces communications dans les corpuscules de Malpighi, et pour ce qui est de la pulpe, les injections de Billroth donnent le même résultat. Toutefois, il faut re-

Fig. 327. — Cellules épithéliales des veines spléniques de l'homme.
A. Cellules libres.
B. Cellule incluse dans une vésicule. Grossissement de 350 diamètres.

connaître que la transition entre les capillaires et les espaces veineux ne s'est encore offerte à aucun observateur de telle façon qu'elle pût être examinée à de forts grossissements; il y a donc là matière à de nouvelles recherches. — Une manière de voir toute différente est celle qui résulte des recherches de W. Müller, qui a étudié la rate avec un très-grand soin. D'après lui, les capillaires de la rate ne s'ouvrent pas immédiatement dans les veines; ils se continuent avec des *canaux intermédiaires sans parois*, qui traversent partout les travées de tissu splénique; en d'autres termes, qui se trouvent dans les mailles du réticulum de ce tissu. D'un autre côté, les *veines*, qui, d'après W. Müller, ne forment de réseau chez aucun vertébré, s'ouvrent aussi dans les interstices du tissu splénique, *lequel ne serait ainsi, avec toutes ses cellules, qu'une vaste voie intermédiaire pour le sang.*

Les *vaisseaux lymphatiques* sont relativement très-rares dans la *rate humaine.* Les lymphatiques *superficiels*, en très-petit nombre, cheminent entre les deux enveloppes de la rate; ils sont à peine distincts, si ce n'est sur des rates complétement saines et dans le voisinage du hile. Les lymphatiques *profonds* se trouvent dans le hile; ils sont en petit nombre également et d'un faible calibre, et accompagnent les artères; on n'a pas encore pu les suivre jusqu'à leur origine. Les deux ordres de vaisseaux lymphatiques se réunissent dans le hile, traversent quelques petites glandes lymphatiques qui se trouvent à ce niveau, et se confondent enfin en un tronc unique qui s'ouvre dans le canal thoracique, à la hauteur de la onzième ou douzième vertèbre dorsale. Sur des rates malades, on ne retrouve ordinairement aucune trace des lymphatiques superficiels.

Les *nerfs* de la rate, composés d'un grand nombre de tubes minces, de quelques tubes larges et d'une quantité assez notable de fibres de Remak, proviennent du plexus splénique, formé par deux ou trois troncs qui enlacent l'artère splénique et se continuent dans l'intérieur de l'organe, en fournissant à chaque rameau artériel une ou deux branches anastomosées çà et là entre elles. Chez le *mouton* et le *bœuf*, ces nerfs spléniques ont des proportions considérables; réunis, ils forment un cordon égal à celui que représenterait l'artère splénique vide et contractée, ce qui est dû surtout à l'énorme quantité de fibres de Remak qu'ils renferment, lesquelles, d'après mes dernières recherches, ne sont autre chose que des faisceaux de fibres nerveuses très-fines sans moelle (cylindres d'axe) (voy. § 123). Chez les animaux, les nerfs de la rate, qui ne portent point de ganglions, peuvent être poursuivis avec le scalpel assez avant dans l'intérieur de l'organe, beaucoup plus loin que chez l'homme; en m'aidant du microscope, j'ai pu souvent les reconnaître encore sur les petites artérioles qui portent les corpuscules de Malpighi. Quant à leur mode de terminaison, je puis dire seulement que les nerfs se rendent dans la pulpe splénique, et qu'on peut les distinguer sur les pinceaux artériels; là ils sont devenus d'une ténuité comparable à celle des plus fins capillaires; ils ne contiennent plus de tubes à contours foncés, et se terminent probablement, d'après les observations d'Ecker (*loc. cit.*, p. 149, fig. 10), en se divisant en plusieurs

branches qui présentent une extrémité libre. Chez le veau, les nerfs ont 54 à 60 μ sur des artères de 2 millimètres, 10 à 12 μ sur les *penicilli arteriarum*, 6-9 μ au milieu de la pulpe. Dans des filets nerveux de 25 à 60 μ, j'ai rencontré encore quelques tubes à contours foncés; le reste était formé par les faisceaux de fibres nerveuses très-fines et pâles dont il vient d'être question, lesquelles se montraient exclusivement dans les filets nerveux plus fins. Les *troncs* des nerfs spléniques du veau présentent, même avant leur entrée dans la rate et aussi dans la rate elle-même, de nombreuses bifurcations des tubes à bords foncés, larges et minces. Je n'ai point encore pu découvrir de semblables bifurcations chez l'homme.

Parmi les *mammifères*, il en est qui, au point de vue des *veines* spléniques d'un certain volume, ressemblent complétement à l'homme ; d'autres, comme le cheval, le bœuf, le mouton, le cochon, s'en éloignent considérablement. Chez ces derniers animaux, on ne trouve une paroi vasculaire et une gaîne spéciale que sur les premières portions des troncs veineux les plus considérables; tandis que plus loin ces membranes ne sont distinctes que du côté de l'artère. Toutes les petites veines qui cheminent isolément (sans artère) ne présentent aucune trace de parois ; elles paraissent même n'être que des canaux creusés dans la substance de la rate, car on voit autour d'elles une foule de trabécules anastomosées entre elles, et elles ne sont séparées les unes des autres que par la substance splénique rouge, qui souvent fait saillie dans leur intérieur. Néanmoins les veines ont constamment une surface parfaitement lisse et brillante, due à un revêtement que le microscope seul permet de reconnaître, et qui est formé de cellules épithéliales fusiformes, unies entre elles en manière de pavé, et mesurant 11 à 22 μ en diamètre. Cet épithélium correspond exactement à celui des grosses veines; mais ici il ne repose point sur une paroi distincte ; il est appliqué immédiatement sur la substance de la rate, c'est-à-dire sur les trabécules et sur une pellicule très-mince, épaississement du réticulum, qui sert de limite à la pulpe déposée entre les trabécules. Dans ces circonstances, il peut certes être question de *sinus veineux*, d'autant plus que ces veines privées, pour ainsi dire, de parois, ont un calibre énorme et sont perforées d'une foule d'ouvertures, par lesquelles des veinules s'y abouchent. Ces veinules peuvent être poursuivies assez loin avec des ciseaux ; elles ont, du reste, été injectées, dans ces derniers temps, par Billroth et par Frey, qui ont démontré qu'elles sont simplement ramifiées comme un arbre, et ne forment pas de réseaux (voy. in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XI). De même que chez l'homme, Billroth a trouvé des plexus de petites veines caverneuses chez le chien, le lapin et la poule. Je tiens de Frey que la même chose existe chez le cochon d'Inde, l'écureuil et la marmotte.

Quant à la manière dont les capillaires se continuent avec les veines dans la rate, les auteurs, comme il a été dit plus haut, n'ont pas encore pu s'accorder; les opinions les plus importantes qui ont été émises dans ces derniers temps sont les suivantes :

1° *Les artères se continuent directement avec les veines;* il y a, à cet égard, deux variétés :

a) *Les capillaires se vident immédiatement dans les prétendus capillaires veineux et, à part les vésicules spléniques, il n'y a point de réseau capillaire.*

Cette opinion est surtout défendue par Billroth, d'après ses dernières recherches, et par Schweigger-Seidel. Précédemment déjà Gray avait signalé ce mode de communication entre les deux ordres de vaisseaux comme le plus ordinaire; mais il admettait, en outre, que des veines naissent des espaces intercellulaires de la pulpe. Enfin, Grohe et Basler peuvent être considérés comme soutenant cette doctrine.

b) *Les artères et les veines communiquent ensemble par l'intermédiaire d'un véritable réseau capillaire.*

Axel Key, le seul partisan de cette manière de voir, place le réseau capillaire dans le tissu splénique proprement dit, situé entre les veines capillaires de Billroth. Les capillaires pourvus de parois propres, et d'un diamètre qui, chez le veau, est de 6,2 à 9,3 μ, chez l'enfant, de 6,2 à 18,6 μ, formeraient un réseau extrêmement serré (*l. i. c.*, pl. VII, fig. 3), dans les mailles duquel se trouvent les éléments celluleux et le réticulum du tissu splénique; souvent il n'y aurait qu'une seule cellule dans une maille.

2. *Les artères et les veines ne communiquent pas directement entre elles; elles ne sont unies ensemble que par les espaces intercellulaires du tissu splénique.*

Cette opinion, qui autrefois comptait déjà des adhérents, n'a été assise que de nos jours sur une base un peu plus assurée, par les injections de Stieda et de W. Müller. Ce qu'Axel Key a, le premier, injecté et décrit comme le réseau capillaire de la pulpe, les deux auteurs ci-dessus désignés, se fondant également sur des injections, le considèrent comme des espaces dépourvus de paroi, intermédiaires aux capillaires et aux veines; de sorte que le sang filtrerait à travers les interstices des cellules et du réticulum du tissu splénique, en d'autres termes, les mailles du réticulum seraient des espaces pleins de sang, et les cellules, qui auraient dans ces mailles une place très-peu assurée, devraient être comptées également avec le sang. La manière dont les vaisseaux véritables communiquent avec les voies interstitielles de la pulpe sont décrites par W. Müller dans les termes suivants : « La paroi des capillaires devient extrêmement mince; elle perd son double contour brillant, et prend un aspect finement granulé. Les noyaux, précédemment elliptiques et allongés, deviennent plus larges, plus abondants, et se mélangent de formes arrondies; souvent le vaisseau présente, à ce niveau, une légère dilatation. La paroi vasculaire, jusque-là continue, se divise en une quantité de prolongements délicats, courts, amincis, dont chacun est accolé à un noyau et qui se continuent avec le réseau fibrillaire de la pulpe splénique. Il s'ensuit que dans la paroi apparaissent un grand nombre de lacunes arrondies ou en fente, à travers lesquelles la lumière des capillaires communique avec les espaces remplis de cellules et délimités par les réseaux fibreux de la pulpe. »

Des voies sanguines sans paroi de la pulpe, les veines naissent, chez tous les mammifères et chez l'homme, d'après W. Müller, par des *radicules trouées comme un treillage*, qui procèdent insensiblement des voies interstitielles de la pulpe. Ces veines, jusqu'à celles qui ont un diamètre de 10 à 15 μ, possèdent un épithélium; au-dessous, l'épithélium disparaît et la paroi des radicules veineuses n'est formée que d'un réseau délicat, auquel sont accolés des noyaux elliptiques et des cellules lymphoïdes arrondies, disposées en séries serrées. Cette paroi, presque immédiatement après la disparition de l'épithélium, présente fréquemment une contexture trouée; puis elle se divise en filaments et se continue sans limite distincte avec la pulpe adjacente. W. Müller ne croit pas à l'existence des veines anastomosées en réseau (veines capillaires, Billroth); Stieda, au contraire, les admet, et Frey décrit comme lui la disposition des vaisseaux sanguins de la rate (*Histol.*, 2ᵉ édit.).

Tels sont les résultats des recherches les plus récentes sur les vaisseaux de la rate. A mon avis, on ne peut hésiter qu'entre l'opinion de Billroth, d'une part, et celle de Stieda et W. Müller, d'autre part, car on peut admettre avec Schweigger-Seidel que les plus fins réseaux injectés par Axel Key ne sont pas des canaux pourvus de parois. Il est certain qu'il n'est pas facile de se décider pour l'une ou pour l'autre des deux manières de voir. Cependant les probabilités me paraissent être en faveur de l'opinion de Billroth. Il est vrai que les réseaux injectés par Key, Stieda et W. Müller ne sauraient être niés et s'obtiennent facilement dans les injections sous une pression un peu forte; mais on peut se demander si ces réseaux ne résultent pas d'extravasations dans le tissu splénique. A cet égard, je ferai les remarques suivantes :

1° Il me paraît impossible, au point de vue physiologique, d'admettre que la totalité du sang de l'artère splénique (plasma et cellules) coule constamment à travers les lacunes du réticulum du tissu splénique, cas dans lequel les cellules de ce

issu devraient être considérées comme des globules blancs du sang, car alors la circulation sanguine rencontrerait des résistances colossales.

2° Si cette hypothèse était justifiée, il faudrait que le tissu splénique renfermât de tous temps un grand nombre de globules rouges du sang. Or, *c'est ce qui n'a pas lieu*, et si, en général, le tissu hépatique présente une certaine quantité de globules sanguins rouges, ces globules, pourtant, ne sont pas dans la proportion où ils devraient exister dans l'hypothèse de Stieda-Müller. Je trouve très-instructives, à cet égard, les rates dans lesquelles la ligature des vaisseaux spléniques, en empêchant le retour du sang, a déterminé une injection naturelle des vaisseaux sanguins; car, dans ces rates, comme je l'ai vu avec Basler, les capillaires veineux sont gonflés de sang, tandis que le tissu splénique lui-même ne présente point une abondance extraordinaire de globules rouges.

3° Ainsi que je l'ai démontré depuis longtemps, le tissu d'une rate parfaitement fraîche a une *réaction fortement acide*, ce qui n'indique point qu'il soit constamment traversé par le sang, qui est alcalin.

4° Enfin des observations directes tendent à prouver que la communication entre les capillaires et les plus petites veines se fait de même partout ailleurs. Billroth avait déjà publié de telles observations; plus récemment, Schweigger-Seidel a décrit et figuré (*Virch. Arch.*, XXVII, pl. x, fig. 10), chez l'homme, des vaisseaux de transition spéciaux; il a démontré également, pour les mammifères et la grenouille, une communication directe des artères et des veines. W. Müller lui-même a constaté, d'abord chez les serpents et les lézards, que le système vasculaire est clos de toutes parts, et il a trouvé ensuite chez les oiseaux, dans quelques cas, des communications directes entre les capillaires et les veines. Chez l'homme, enfin, il a rencontré des dispositions qui semblent favorables à ces communications. Les injections que j'ai faites dans ces derniers temps sur des rates d'enfants, m'ont donné également, dans certains cas, des résultats assez certains. J'injectais par les artères, avec le bleu de Prusse et sous une faible pression, d'abord tous les capillaires, dont le diamètre avait 5,7 à 7,8 μ, et ensuite les origines des veines caverneuses. Il est vrai que très-fréquemment des épanchements se montraient aux extrémités des capillaires artériels; mais où ils se produisaient le moins souvent, c'était précisément aux endroits où la matière à injection avait passé dans les origines des veines, et là j'ai pu, dans un certain nombre de cas, démontrer que les capillaires se continuent avec des vaisseaux un peu plus larges, de 10 à 15 μ, qui ne pouvaient être autre chose que le commencement des veines. Fréquemment les capillaires, quand ils étaient bien injectés, semblaient s'anastomoser entre eux çà et là; mais toujours un examen plus attentif, pour lequel rien ne peut remplacer le microscope stéréoscopique, m'a démontré l'absence d'anastomoses.

5° Enfin, on peut dire que, au point de vue physiologique, une communication entre artères et veines par des voies privées de paroi, comme les admettent Stieda et W. Müller, serait, chez les vertébrés, quelque chose de tout nouveau; l'analogie n'est donc pas précisément en faveur de cette hypothèse. En raison des recherches récentes sur les lymphatiques les plus fins, on pourrait penser que les voies pulpaires de Stieda-Müller sont peut-être tapissées d'un épithélium délicat. Mais des injections de nitrate d'argent par les artères et les veines ou par piqûre de la rate ne m'ont montré aucune trace d'un semblable revêtement.

En raison de toutes ces circonstances, je crois devoir me prononcer décidément en faveur de l'opinion de Billroth et de Schweigger-Seidel. Je ferai remarquer seulement qu'en admettant que les voies circulatoires sont parfaitement closes dans la rate, on peut comprendre néanmoins avec facilité la présence de globules sanguins dans le tissu splénique, et le passage dans le sang des éléments constitutifs de ce tissu; attendu que les parois des veines, formées exclusivement d'un épithélium, doivent certainement être exposées à des déchirures fréquentes. Au sujet des veines capillaires de Billroth, je ferai observer encore qu'aucun auteur nouveau ne s'est rangé à l'opinion de W. Müller, qui nie les réseaux de ces veines. Je puis affirmer

il devrait cependant être considéré comme peu normal. L'influence que la contraction des divers éléments musculaires de l'organe et les différents états de la tension sanguine exercent nécessairement sur les actions réciproques du sang et du tissu splénique, est évidente, ce qui nous dispense de nous y arrêter. — Relativement aux corpuscules de Malpighi, plusieurs points ont déjà été exposés plus haut. Je veux seulement ajouter que, à supposer qu'il soit impossible de prouver qu'ils sont en connexion avec les vaisseaux lymphatiques, ces corpuscules peuvent très-bien être mis sur la même ligne que le tissu splénique de la pulpe, dont souvent ils sont si peu distincts. Leurs nombreux vaisseaux font présumer qu'il s'y fait un échange de matériaux très-actif, et leur texture est telle qu'elle ne rend nullement impossible le passage dans la pulpe des cellules qui y sont renfermées.

Pour l'*étude de la rate*, il importe avant tout de faire *durcir* l'organe, ce que Führer obtint le premier avec le perchlorure de fer, et Billroth, bien mieux, avec l'*acide chromique* et l'*alcool*. On devra ne faire durcir jamais que de petits fragments, commencer avec des solutions très-faibles, changer souvent le liquide et passer graduellement à des solutions plus fortes. Quand la rate est assez dure pour pouvoir être coupée en tranches minces, on peut se servir, en outre, de la glycérine pour rendre les préparations transparentes, du carmin pour la colorer et d'un pinceau pour isoler le réticulum. Les injections ne sont pas moins importantes; les meilleures se font avec la gélatine et le carmin, le bleu de Prusse ou le chromate de plomb, et en réglant la pression avec le plus grand soin. Naturellement, après l'injection, on fera durcir l'organe. Les muscles des trabécules et des enveloppes seront facilement mis en évidence par les procédés connus.

Bibliographie de la rate.—M. Malpighi, *De liene*, in *Exercit. de visc. struct.* Lond., 1669. — J. Müller, in *Müll. Archiv.*, 1834. — T. C. H. Giesker, *Splenologie*. I. Zürich, 1835. — Schwager-Bardeleben, *Observ. micr. de gland. ductu excretorio carentium structura*. Berol., 1841. — Th. v. Hessling, *Untersuchungen über die weissen Körperchen der menschlichen Milz*. Regensburg, 1842. — A. Kölliker, in *Mittheil. der Zürich. nat. Gesellschaft*, 1847, p. 120. — in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. I, p. 261, et t. II, p. 115. — *Würzb. Verh.*, pl. IV, p. 58. — Art. SPLEEN, in *Tood's Cyclopædia of Anatomy*. Juin, 1849. — E. Ecker, *Zeitschr. f. rat. Medicin*, VI, 1847. — Art. *Blutgefässdrüsen*, in *R. Wagner's Handw. der Physiol.*, IV, 1, 1849, et *Icones phys.*, pl. IV. — J. Landis, *Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz*. Zürich, 1847. — Gerlach, in *Zeitschr. f. rat. Medicin*, VII, 1848. — *Gewebelehre*, p. 218. — R. Sanders, *On the structure of the Spleen*, in *Goodsir's Annals of Anat.*, I, 1850. — O. Funke, *De sanguine venæ lienalis*. Lipsiæ, 1851. — Leydig, in *Beiträge zur Anat. der Rochen*, 1852, p. 60, et *Untersuchungen über Fische u. Amph.*, 1853, p. 20 et 46. — Sanders, in *Monthl. Journ.* Mars, 1852. — Vl. Hlasek, *Disquis. de struct. lienis*. Dorp., 1852. — H. Gray, *Structure and use of the Spleen*, *A. Cooper prize essay*. London, 1855. — Fr. Führer, *Ueber d. Milz u. eine Besonderheit ihres Capillarsystems*. in *Arch. f. ph. Heilk.*, 1854, p. 149 et 1856, p. 105. — Stinstra, *De funct. lienis. Diss. Groning.* 1854. — Huxley, *Struct. of the Malpigh. bodies of the Spleen*, in *Micr. Journ.*, II, p. 74. — Kölliker, in *Würzb. Verh.*, t. VII. — Billroth, in *Müll. Arch.*, 1857, p. 104, puis in *Virch. Arch.*, XX, p. 410 et 528; XXIII, p. 457, et *Zeitschr. f. w. Zool.*, XI, p. 325. — A. Sasse, *De milt, besch. in hare structuur en hare phys. betrokking*. Amst., 1855. — Schönfeld, *Diss. phys. de funct. lienis*. Gron., 1855. —E. Crisp, *A treatise on the struct. and use of the Spleen*. London, 1857.—Henle, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. VIII, 1859, p. 224. — L. Fick, in *Arch. f. Anat.*, I, p. 8. — Kowalewsky, *Ueber die Epithelialzellen der Milzvenen*, in *Virch. Arch.*, XII, 221; *Ueber die Malp. Körp.*, *ibid.*, XX, 203. — Grohe, in *Virch. Arch.*, XX, 325.— A. Key, *Virch. Arch.*, XXI, 568. — F. Schweigger-Seidel, *Disquis. de liene*, *Halis*, 1861; in *Virch. Arch.*, XXIII, p. 526, et XXVII, p. 460. —

L. Stieda, in *Virch. Arch.*, XXIV, p. 540. — A. Timm, *De lienis avium structura*, *Diss. inaug.* Kiel, 1842, et *Zeitschr. f. r. Med.*, XIX. — W. Basler, in *Würzb. Med. Zeitschr.*, IV, p. 220. — W. Tomsa, in *Wien. Sitzungsber.*, t, XLVIII, 2e partie, 1863. — W. Müller, *Ueber den feineren Bau der Milz*. Leipzig, 1865.

CHAPITRE VI

DES ORGANES DE LA RESPIRATION

§ 166. **Énumération.** — Sous le titre d'organes de la respiration, on ne comprend généralement que le *larynx*, la *trachée* et les *poumons;* mais je crois devoir y ajouter deux autres organes qui, par leur mode de développement, se rattachent à des portions de l'appareil respiratoire de l'embryon arrêtées dans leur développement, c'est-à-dire aux arcs branchiaux, et qui ont peut-être des rapports physiologiques avec le poumon : je veux parler de la *glande thyroïde* et du *thymus.*

SECTION PREMIÈRE

DES POUMONS

§ 167. **Structure générale des poumons.** — Les poumons ressemblent parfaitement, quant à la structure, *à une glande en grappe composée;* les lobes, lobules et vésicules pulmonaires représentent le parenchyme glandulaire proprement dit, tandis que les *bronches*, la *trachée* et le *larynx* figurent les conduits excréteurs. Les particularités qui établissent une différence entre le poumon et les glandes ordinaires, c'est que le poumon est le siége d'un double phénomène, d'une sécrétion et d'une absorption de matériaux, qu'il agit principalement sur toute la masse sanguine, que ses cavités sont plus spacieuses, et, en raison de leur contenu spécial, ont dû avoir une texture spéciale, résistante, mais élastique.

§ 168. **Larynx.** — Le larynx est la partie la plus complexe des voies aériennes; il est formé : 1° d'une charpente solide, les *cartilages du larynx*, avec leurs ligaments; 2° d'un *grand nombre de petits muscles* qui s'y insèrent; 3° enfin, d'une *membrane muqueuse,* très-riche en glandes, qui tapisse sa face interne.

Les *cartilages du larynx* n'ont pas tous la même structure : les uns sont formés de *tissu cartilagineux ordinaire;* d'autres, de *fibro-cartilage ;* d'autres, enfin, de *cartilage réticulé* ou *jaune*. Dans la première catégorie, il faut ranger les *cartilages thyroïde*, *cricoïde* et *aryténoïde :* ces cartilages se composent d'une substance fondamentale homogène, hyaline, dans laquelle sont disséminées des capsules de cartilage (fig. 26). Parmi les autres cartilages vrais, les cartilages costaux sont ceux dont ils se rapprochent le plus; ils présentent, en dehors, des cellules aplaties, au-dessous

desquelles se voit une couche blanchâtre formée d'une substance fondamentale fibroïde et de grosses cellules mères très-nombreuses; à la partie interne, enfin, la substance fondamentale est très-abondante et renferme de petites cavités disposées en séries rayonnantes. La capsule des cellules est très-épaisse et la cellule qu'elle enveloppe renferme le plus souvent une grosse goutte de graisse. Fréquemment les cellules et la substance fondamentale des cartilages du larynx *s'incrustent* de petits grumeaux calcaires; mais on y trouve aussi de *véritables ossifications*, qui s'accompagnent toujours du développement de grandes cavités remplies d'une moelle gélatineuse, riche en vaisseaux. — *L'épiglotte*, les *cartilages de Santorini et de Wrisberg*, et le *cartilage* sésamoïde de Luschka, placé au bord externe du cartilage aryténoïde, sont constitués par du *cartilage jaune* ou *réticulé* (voy. § 24, fig. 27); il en est de même, d'après Rheiner, de la corne antérieure ou vocale des cartilages aryténoïdes, et quelquefois de leur pointe. Ces cartilages présentent des fibres foncées, très-serrées et comme feutrées qui sont beaucoup plus fortes chez certains animaux (chez le bœuf, par exemple) que chez l'homme; au milieu de ces fibres se rencontrent de grosses capsules de cartilage transparentes, de 22 à 45 μ de diamètre. Dans la portion moyenne du cartilage thyroïde, au niveau des ligaments thyro-aryténoïdiens, on trouve également des fibres élastiques isolées, qui ont porté quelques auteurs à admettre dans ce cartilage un segment moyen distinct (Rambaud, Halbertsma). Le cartilage corniculé est formé de tissu conjonctif et de cellules de cartilage disséminées dans son intérieur, c'est-à-dire de *fibro-cartilage* ordinaire; quelquefois, cependant, il est constitué par du tissu cartilagineux hyalin (Rheiner, Segond).

Le ligaments *crico-thyroïdien moyen* et *thyro-aryténoïdien inférieur* ont une couleur jaunâtre et sont formés principalement de tissu élastique; d'autres ligaments du larynx, tels que les ligaments *thyro-aryténoïdien supérieur*, *hyo-* et *thyro-épiglottique*, la membrane *hyo-thyroïdienne*, sont remarquables au moins par la grande quantité de fibres élastiques qu'ils renferment. Les fibres élastiques des ligaments du larynx sont de l'espèce la plus fine; elles ne dépassent guère 2,2 μ de largeur, et forment, par leur union, un réseau très-serré, auquel on trouve toujours mélangé du tissu conjonctif, même dans les points où le tissu élastique paraît le plus pur. Les *muscles* du larynx sont tous des muscles striés, qui ont la même structure que ceux du tronc. Ces muscles naissent des cartilages du arynx et se fixent, soit sur un autre cartilage, soit sur un ligament élastique; ce dernier fait se rencontre pour le muscle thyro-aryténoïdien, qui se perd en grande partie sur la face externe et excavée des cordes vocales.

La *muqueuse du larynx*, prolongement de celle de la bouche et du pharynx, est lisse, blanc rougeâtre et unie aux parties sous-jacentes par du tissu sous-muqueux, très-abondant sur certains points. Sauf quelques régions, elle est dépourvue de papilles et revêtue d'un épithélium vibra-

Ses parties profondes, surtout, sont riches en fibres élastiques ; mais **ıuche** la plus interne, qui a 60 à 90 μ d'épaisseur, est composée prin- **lement** de tissu conjonctif et se confond, vers la face libre de la [ueuse, avec une couche homogène, d'environ 9 μ d'épaisseur, qu'il **impossible** d'isoler. L'*épithélium vibratile* commence à se montrer, ; **l'adulte**, sur la base de l'épiglotte et sur les cordes vocales supé- **res**, à 4,5-6,7 millimètres au-dessous de l'orifice supérieur du larynx, **rès** Rheiner. Il est formé de plusieurs couches de cellules (fig. 328), **ont** une épaisseur totale de 54 à 90 μ, et tapisse tout l'intérieur du **ɑx**, excepté les cordes vocales, qui, d'après les recherches de H. Rhei- **dont** j'ai pu vérifier l'exactitude, présentent un épithélium pavimen- **stratifié**; ce dernier épithélium forme également, sur les cartilages **énoïdes**, une bande étroite, qui s'étend jusqu'au pharynx. Les cylindres *ithélium vibratile* ont, en moyenne, 33 à 45 μ de longueur et 5 à 9 μ **argeur**; ils présentent un noyau oblong, avec quelques granulations **sseuses**, et se terminent, en général, par une pointe très-aiguë,

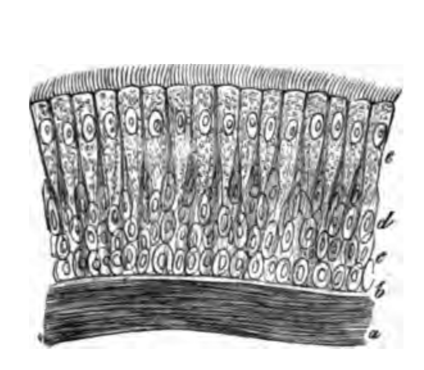




Fig. 328.

quefois même par un filament très-mince, dont la longueur peut être que l'ensemble de la cellule mesure 54 à 60 μ. Les *cils vibratiles* sont prolongements filiformes très-fins, transparents et mous, de la paroi ; des cellules ; ils ont une longueur de 36 à 45 μ, une base un peu élargie, e terminent en pointe. Ils sont en général très-serrés les uns contre ıutres sur toute la face libre des cellules; d'après Valentin, il y en .it en moyenne de dix à vingt-deux sur chaque cellule, évaluation qui semble plutôt au-dessous de la vérité qu'au-dessus. Rarement les cils

;. 328. — Épithélium vibratile de la trachée humaine. Grossissement de 350 dia- **ıs.**
Épithélium *in situ*. — *a*, portion interne des fibres élastiques longitudinales ; *b*, couche ficielle homogène de la muqueuse ; *e*, cellules les plus profondes, qui sont arrondies ; llules moyennes, un peu allongées ; *c*, cellules extérieures, garnies de cils vibratiles.
Cellules isolées des diverses couches.

sont peu nombreux ; on prétend cependant n'en avoir trouvé, dans quelques cas, qu'un ou deux pour chaque cellule. On se gardera de prendre pour un cil unique plusieurs cils accolés entre eux, comme cela se voit fréquemment chez les embryons.

Les caractères chimiques de l'épithélium vibratile ne diffèrent en rien de ceux de l'épithélium cylindrique ; sous l'influence de l'eau notamment, on voit la membrane de cellule s'écarter de son contenu. Les cils sont encore plus délicats que la membrane de cellule ; ils tombent très-rapidement, et sont modifiés ou détruits par la plupart des réactifs ; mais ils se conservent assez bien dans l'*acide chromique*. Virchow a découvert que les cils vibratiles dont les mouvements ont cessé, reprennent une activité énergique, mais passagère, sous l'influence de la soude ou de la potasse étendues. Chez l'homme, le sens du *mouvement vibratile*, dans le larynx et la trachée, est dirigé de bas en haut ; ce mouvement persiste quelquefois cinquante-deux et même cinquante-six ou soixante-dix-huit heures après la mort (Biermer, Gosselin). Rien n'annonce une desquamation normale de l'épithélium du larynx. A la vérité, il n'est pas rare de voir quelques cellules vibratiles, détachées de la muqueuse, être expulsées avec le mucus bronchique ; mais jamais on n'observe une élimination considérable de cellules. Même dans les maladies des voies respiratoires, la desquamation de l'épithélium est loin d'être un phénomène aussi fréquent que le croient quelques auteurs ; car souvent, au-dessous du mucus puriforme ou même des fausses membranes diphthéritiques, il est possible de retrouver l'épithélium plus ou moins intact. Le mode de reproduction des cellules éliminées est probablement le suivant (voy. § 11) : les cellules les plus profondes se multiplient, par voie de scission sans doute, et celles d'entre elles qui sont devenues superficielles se regarnissent de cils. Peut-être, dans quelques circonstances, les longs cylindres vibratiles se divisent-ils aussi transversalement, et après l'élimination du segment vibratile, se reproduit-il une nouvelle extrémité garnie de cils. Ce qui fait penser qu'il peut en être ainsi, c'est que Valentin et Biermer ont observé, dans les organes respiratoires, des cellules vibratiles avec deux ou trois noyaux superposés.

La *muqueuse laryngée* contient dans son épaisseur une quantité notable de *glandules*, qui toutes appartiennent à la catégorie des glandes en grappe, de même que celles de la bouche, du pharynx, etc. ; ces glandules ont des vésicules glandulaires arrondies, de 68 à 90 μ de diamètre, tapissées d'un épithéliun pavimenteux, et des conduits excréteurs munis d'un épithélium cylindrique. De ces glandules, les unes sont disséminées à la face postérieure de l'épiglotte, où elles forment des corpuscules de $0^{mm},2$ à 1 millimètre de diamètre ; souvent elles sont enfouies dans des excavations ou même des perforations du cartilage. D'autres occupent la cavité laryngienne, où il est facile de distinguer leurs ouvertures, même à l'œil nu ; d'autres, enfin, réunies en grand nombre, sont situées à l'entrée du larynx, au devant des cartilages aryténoïdes, formant une espèce

e L dont une des branches est horizontale et enveloppe le cartilage de Vrisberg, souvent très-atrophié, et dont l'autre est verticale et s'enfonce ans la cavité du larynx (*glandules aryténoïdiennes latérales*). On trouve galement des glandules sur le muscle aryténoïdien transverse; un autre roupe, assez considérable, de ces glandules se montre à la face externe u ventricule de Morgagni, en arrière et au-dessus des ligaments thyro-ryténoïdiens supérieurs. Ces glandules sécrètent, comme celles de la avité buccale, un liquide muqueux, qui ne renferme aucun élément rganisé.

Le larynx reçoit de nombreux *vaisseaux* et *nerfs*. Les vaisseaux affectent ans la muqueuse laryngée la même disposition que dans celle du pharynx : se terminent par un réseau superficiel, formé de capillaires de 7 à 9 μ e largeur. Les *lymphatiques* sont très-nombreux et aboutissent aux ganlions cervicaux profonds. Quant aux *nerfs du larynx*, les recherches de idder-Volkmann nous ont appris que le nerf laryngé supérieur, affecté lus spécialement à la sensibilité, se compose surtout de tubes minces, ndis que le nerf laryngé inférieur, qui est principalement moteur, est rmé en grande partie de tubes larges. Ces nerfs se terminent dans les uscles, dans le périchondre et surtout dans la muqueuse. Le mode de erminaison dans cette dernière est le même que dans la muqueuse pharyngienne (voy. ci-dessus) ; on trouve de petits ganglions microscopiques ur les ramuscules qui vont à l'épiglotte.

Dans les affections catarrhales, les *glandules* du larynx et des voies aériennes en général sont souvent altérées; leurs vésicules mesurent alors jusqu'à 180 et même 320 μ en diamètre, et se montrent remplies de petites cellules arrondies, comparables aux corpuscules muqueux qui se développent à la surface des muqueuses.

§ 169. **De la trachée.** — La trachée et ses branches sont unies aux parties voisines par du tissu conjonctif mélangé de fibres élastiques ; elles sont entourées d'un tissu fibro-élastique serré, qui unit entre eux les anneaux cartilagineux auxquels il sert de périchondre, et qui s'amincit un peu en arrière, pour revêtir la paroi postérieure et membraneuse de ces canaux. A cette couche succèdent, en avant et sur les côtés, les cartilages, en arrière, une couche de fibres *musculaires lisses*. Les cartilages ont une épaisseur de 0,7 à 1 ou 2 millimètres; ils sont les analogues des cartilages du larynx, mais n'ont aucune tendance à s'ossifier. Les *muscles*, au contraire, cessent de présenter des stries transversales à partir de la trachée ; ls forment, sur la paroi postérieure des canaux exclusivement, une couche le fibres transversales, qui a $0^{mm},7$ d'épaisseur; à la face externe le cette couche, on trouve quelques faisceaux longitudinaux. Les éléments le ces muscles ont 68 μ de longueur et 4 à 9 μ de largeur, et naissent par le petits *tendons élastiques* très-nets, tant de la face interne des extrémités les anneaux cartilagineux que de la tunique fibreuse externe (voy. *Mikr. Anat.*, II, 2, fig. 277).

En dedans des cartilages et des muscles, qui ne forment, en quelque

sorte, qu'une seule et même couche, on rencontre une couche de tissu conjonctif ordinaire, d'environ $0^{mm},26$ d'épaisseur, puis la *muqueuse* proprement dite. Cette dernière se compose de deux couches, d'une couche externe de tissu conjonctif, de $0^{mm},26$ d'épaisseur, et d'une couche interne jaune, élastique, qui a $0^{mm},20$ à $0^{mm},22$ d'épaisseur. Les fibres élastiques qui composent presque exclusivement cette seconde couche, ont jusqu'à 3,3 μ de largeur; elles sont dirigées *longitudinalement*, s'anastomosent pour former des réseaux, et constituent parfois, à la paroi postérieure surtout, des faisceaux aplatis, volumineux, proéminents, qui se réunissent fréquemment à angle aigu. La portion la plus interne de la couche élastique, sur une épaisseur de 54 à 68 μ, est souvent formée, surtout en arrière, principalement de tissu conjonctif renfermant des fibrilles élastiques, comme dans le larynx, et peut être séparée sous la forme d'une pellicule très-mince de la couche élastique; à sa partie interne il existe toujours une *couche homogène* de 11 μ d'épaisseur. L'*épithélium vibratile* repose sur cette couche homogène; il est stratifié et ne diffère nullement de celui du larynx. — On trouve dans la muqueuse un grand nombre de *glandules*, dont les unes, plus petites, de $0^{mm},2$ à $0^{mm},6$ de diamètre, se rencontrent surtout sur la paroi antérieure, et siégent dans l'épaisseur de la muqueuse, immédiatement en dehors de la couche élastique; les autres, plus grosses, ont $0^{mm},6$ à 2 millimètres de diamètre, et se voient particulièrement sur la paroi postérieure, en dehors des muscles et de la muqueuse, ou entre les cartilages. Ces dernières ne diffèrent point, quant à leur structure, des glandules du larynx et présentent dans leurs vésicules un épithélium pavimenteux ordinaire; les plus petites, au contraire, qui occupent l'épaisseur de la muqueuse, ont des parois épaisses de 13 à 22 μ, formées presque entièrement par un épithélium cylindrique, et des vésicules allongées, de 45 à 67 μ de largeur, circonscrivant une cavité très-

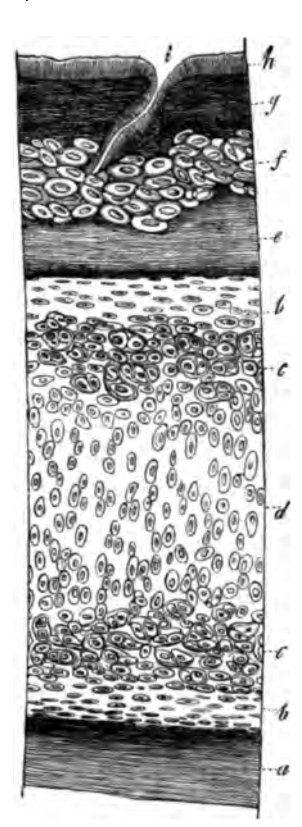


Fig. 329.

Fig. 329. — Section perpendiculaire à travers la paroi antérieure de la trachée de l'homme. Grossissement de 45 centimètres. — *a*, tunique fibreuse; *b c d*, cartilages; *b*, couche externe à cellules plates; *d*, couche interne à cellules allongées; *e*, tissu conjonctif sous-muqueux; *f*, portion de glande muqueuse; *g*, couche de fibres élastiques longitudinales; *h*, épithélium, dont on ne voit point les cils vibratiles; *i*, orifice d'une glandule.

étroite; quelques-unes sont de simples culs-de-sac ou présentent tout au plus une bifurcation.

Les *vaisseaux sanguins* de la trachée sont fort nombreux; ceux de la muqueuse présentent cette particularité que les grosses branches se dirigent principalement dans le sens de la longueur, tandis que le réseau capillaire superficiel, qui se trouve souvent au-dessus des éléments élastiques, immédiatement au-dessous de la couche homogène, est formé de mailles polygonales. De *nombreux lymphatiques* se rencontrent dans la trachée. Leurs origines sont peu connues; celles que j'ai décrites précédemment (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 307), n'étaient peut-être que des vaisseaux sanguins modifiés d'une manière spéciale (voy. *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 526). Les *nerfs* de la trachée sont également très-abondants; ils se comportent comme ceux du larynx.

§ 170. **Des poumons.** — Les poumons sont deux grosses glandes en grappe composées, dans lesquelles on doit distinguer: 1° une enveloppe séreuse spéciale, la *plèvre;* 2° un parenchyme sécréteur, formé par les ramifications des bronches et leurs terminaisons, les *vésicules pulmonaires*, avec une grande quantité de vaisseaux et de nerfs; 3° un *tissu interstitiel* qui sépare ces différentes parties, en même temps qu'il les réunit en lobules de divers ordres.

Les *plèvres* ont la même structure que le péritoine; comme lui, elles présentent un feuillet externe plus épais que l'interne, et se composent d'un tissu conjonctif riche en éléments élastiques plus ou moins fins et d'un épithélium pavimenteux, formé de cellules à noyau de 18 à 46 μ de diamètre sur la plèvre pulmonaire (fig. 331). A ces deux parties se joint, sur les parois thoraciques, comme sur la face externe du péricarde, une lame nettement fibreuse. Les *vaisseaux sanguins* de la plèvre sont très-

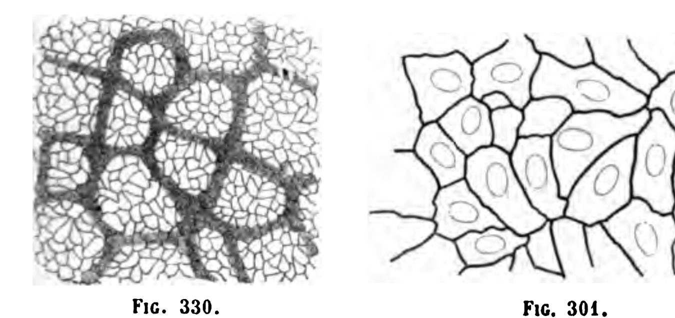


Fig. 330. Fig. 301.

nombreux, mais fins; les capillaires forment un réseau à larges mailles. Tout récemment Dybkowsky a figuré des *lymphatiques* dans la plèvre

Fig. 330. — Section de la surface du poumon d'un enfant de 11 semaines, présentant l'épithélium de la plèvre et quelques cellules aériennes vues par transparence. Faible grossissement.

Fig. 331. — L'épithélium de la figure 330, à un grossissement de 350 diamètres.

pariétale du chien et du lapin ; cet anatomiste a trouvé que ces lymphatiques forment de riches réseaux dans les espaces intercostaux et sur le muscle sterno-costal, qu'au contraire, ils se réduisent, au niveau des côtes, à quelques troncules d'un certain volume, cheminant parallèlement aux bords de ces os, et qu'ils ne se voient dans les médiastins que là où se rencontre de la graisse. Luschka a trouvé dans la plèvre des *nerfs* composés de tubes minces et de tubes larges ; il a pu les suivre, dans la partie externe de la membrane, jusqu'au nerf phrénique et à la portion thoracique du grand sympathique. J'ai rencontré moi-même, chez l'homme, dans la plèvre pulmonaire des rameaux nerveux qui accompagnaient les divisions des artères bronchiques, et qui avaient jusqu'à 73 μ de largeur. Ces rameaux étaient composés de tubes fins ou de moyen calibre, et présentaient çà et là de grosses *cellules ganglionnaires ;* ils émanaient du plexus pulmonaire et paraissaient fournis principalement par le nerf vague. Sur les bords du poumon, Luschka a trouvé des prolongements de la plèvre en forme de villosités, analogues à ceux des capsules synoviales et renfermant parfois des vaisseaux et même des filaments nerveux.

Relativement à la structure de la plèvre du chien, voyez l'excellent travail de Dybkowsky, fait dans le laboratoire de Ludwig. — L'épithélium de la plèvre pariétale présente, d'après cet observateur, *ces ouvertures en forme de fente* signalées en d'autres régions par v. Recklinghausen et Admansson, et qui sont en connexion avec les vaisseaux lympathiques ; on pourrait aussi, d'après le même observateur, démontrer là le passage direct de particules figurées dans les vaisseaux lymphatiques.

§ 171. **Vaisseaux aériens et cellules aériennes.** — Lorsque la bronche droite et la bronche gauche ont atteint la racine des poumons, elles commencent à se ramifier à la manière des conduits excréteurs d'une grosse glande, du foie, par exemple. Les divisions se font, en général, dichotomiquement et à angle aigu ; mais en même temps il se détache des parois des branches principales ou moyennes un grand nombre de petits canaux aériens, qui s'en séparent à angle droit et, de même que les branches terminales des canaux principaux, se divisent peu à peu en un faisceau de canalicules. Il résulte de là un arbre aérien extrêmement branchu. Les ramuscules les plus ténus de cet arbre ne s'anastomosent point ensemble ; ils se trouvent disséminés dans tout le poumon et se rencontrent partout, à la surface comme dans l'intérieur. Les derniers éléments des voies aériennes, *les cellules aériennes ou vésicules pulmonaires* (*vésicules, cellules aériennes* ou de *Malpighi, alvéoles du poumon*, Rossignol), sont unis aux extrémités de ces ramifications ultimes des bronches. Mais il n'est pas vrai, comme on l'a cru autrefois, que ces ramuscules terminaux aboutissent chacun à une vésicule unique ; ils s'ouvrent tous dans des groupes entiers de vésicules, *qui correspondent aux lobules les plus petits des glandes en grappe ;* il est, par conséquent, complétement inutile de désigner ces groupes de vésicules sous un nom spécial, tel que celui d'*infundibula*, que leur a donné Rossignol. Leur structure offre cependant quelque chose

de particulier : en effet, tandis que dans les autres glandes, les vésicules glandulaires, qui ne sont pas aussi complétement isolées qu'on se l'était figuré jusqu'ici, jouissent néanmoins d'une certaine indépendance, les éléments qui leur correspondent dans le poumon, c'est-à-dire les cellules aériennes, sont en quelque sorte confondus ensemble, si bien que les vésicules qui font partie d'un même lobule, au lieu de recevoir chacune un petit ramuscule bronchique distinct, s'ouvrent toutes dans une cavité commune, et ce n'est que de cette cavité que part un canalicule aérien. On peut se convaincre très-facilement de la réalité de cette disposition en faisant des sections en divers sens sur un poumon insufflé et desséché, ou en injectant une masse résineuse colorée dans un poumon, qu'on détruit ensuite par l'acide chlorhydrique. Sur ces préparations, on ne trouve jamais de vésicules terminales ou pédiculées s'ouvrant isolément dans une bronche ; toujours on voit les vésicules communiquer les unes avec les autres, et se fusionner tellement qu'elles forment ensemble une sorte d'utricule piriforme, dont les parois présentent de nombreuses bosselures en cul-de-sac. Ces utricules, qui ne sont autre chose que les plus petits lobules pulmonaires ou les *entonnoirs* de Rossignol, ne doivent pas cependant être représentés comme des sacs dont les parois seraient garnies de cellules simples ou d'alvéoles très-serrés les uns contre les autres ; car ces alvéoles sont groupés de telle manière que certains d'entre eux ne communiquent point directement avec la cavité centrale, mais seulement par l'intermédiaire d'autres alvéoles. On peut se faire une idée très-exacte de la disposition générale des lobules, en représentant chacun d'eux comme un petit poumon d'amphibie, ou en se figurant que les extrémités des bronches, qui vont en s'élargissant de plus en plus, sont garnies à leur face externe de nombreux groupes de vésicules en grappe, dont tous les éléments communiquent ensemble et avec une cavité commune. Dans cette manière de voir, la structure du poumon ne différerait que très-peu de celle des autres glandes en grappe ; il faut dire cependant que, chez l'adulte, du moins, les vésicules glandulaires ou cellules aériennes d'un même lobule semblent s'être confondues jusqu'à un certain point ; en effet, les cloisons entre les vésicules, comme Adriani le fait remarquer avec raison, sont perforées par places et réduites à de simples

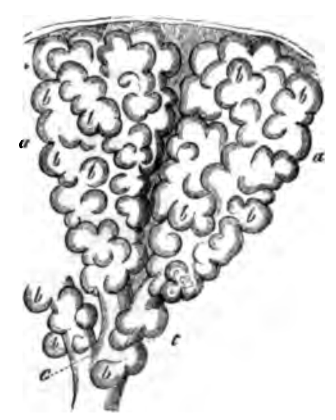


Fig. 332.

Fig. 332. — Deux petits lobules pulmonaires, *a a*, avec les cellules aériennes, *b b*, et les petites ramifications bronchiques, *c c*, sur lesquelles reposent également des vésicules pulmonaires. Chez un enfant nouveau-né. Grossissement de 25 diamètres. Figure demi-schématique.

trabécules. Les plus petits rameaux bronchiques qui naissent des lobules pulmonaires, ont de 0mm,22 à 0mm,35 de largeur; ils sont encore garnis, à leur origine, de cellules aériennes simples, qu'on peut appeler cellules *pariétales*. Leurs parois présentent donc d'abord des dépressions en cul-de-sac, qui, il est vrai, disparaissent après un très-court trajet, et dès lors les canalicules bronchiques ont l'aspect régulier qu'ils présentent ordinairement.— Le volume des vésicules aériennes est très-variable, même sur un poumon sain; après la mort, et en l'absence de toute insufflation, le diamètre des vésicules comporte 0mm,37 - 0mm,22 - 0mm,16. Mais grâce à l'élasticité de ses parois, chaque vésicule pulmonaire est susceptible de se dilater du double ou du triple, sans se déchirer, et de revenir ensuite à son volume primitif. On peut admettre sans crainte d'erreur que pendant la vie, le poumon étant moyennement distendu, les vésicules sont au moins d'un tiers plus larges que sur le cadavre, et que dans une inspiration profonde, elles acquièrent peut-être un volume double. Dans l'*emphysème pulmonaire*, ces dilatations, et d'autres plus considérables encore, existent à l'état permanent, et conduisent naturellement à la destruction des cloisons entre les alvéoles d'un même lobule, voire même de celles qui séparent les divers lobules. La *forme* des alvéoles, sur un poumon frais affaissé, est en général arrondie ou oblongue ; sur un poumon insufflé ou injecté, elle est polygonale, en raison de la pression mutuelle des vésicules les unes sur les autres. Les vésicules superficielles du poumon sont toutes polygonales et présentent une face externe sensiblement plane.

La *structure lobulée* du poumon est loin d'être aussi évidente chez

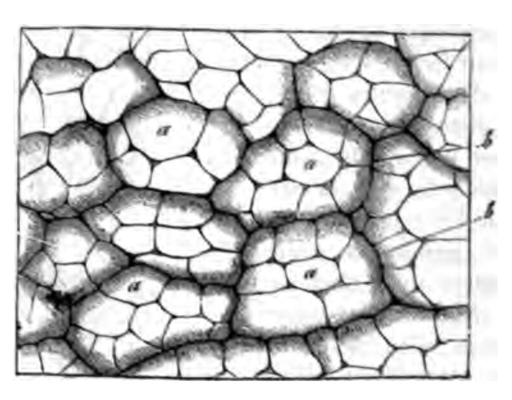


FIG. 333.

l'adulte que chez les enfants et chez les animaux. Aussi donne-t-on le conseil d'étudier d'abord des poumons d'enfant, où les divers lobules sont

FIG. 333. — Surface extérieure d'un poumon de vache, dont les vésicules aériennes ont été injectées avec de la cire, d'après Harting. — *aaa*, vésicules aériennes; *bb*, limite des plus petits lobules ou *entonnoirs* (Rossignol).

encore nettement séparés les uns des autres par du tissu conjonctif, et dès lors faciles à isoler ; on peut s'assurer là de la forme régulièrement pyramidale des lobules profonds. Ces lobules ont un diamètre de $0^{mm},5$ — 2,2 millimètres ; ils existent également chez l'adulte, mais ils sont si intimement confondus ensemble, que même à la superficie des poumons, leurs contours ne peuvent être déterminés que difficilement et incomplétement, et que, dans l'intérieur de l'organe, on croirait avoir sous les yeux un tissu uniforme, comparable, en quelque sorte, à celui du foie. Les *lobules secondaires* (*lobules* des auteurs), qui ont 6 — 10 — 28 millimètres de largeur, sont également visibles, en général, chez l'adulte, d'autant plus que leurs contours sont communément marqués par des traînées de pigment, qui se sont déposées à la longue dans le tissu conjonctif interlobulaire. Ces lobules secondaires sont unis entre eux par du tissu conjonctif interstitiel plus abondant et constituent les grands lobes du poumon. Ainsi, le poumon tout entier se compose de lobules de divers ordres, formés eux-mêmes de vésicules aériennes et de petites bronches. Il résulte de là que les gros vaisseaux aériens se divisent eux-mêmes en groupes déterminés, dont chacun n'est en communication qu'avec une seule grosse bronche.

§ 172. **Structure des bronches et des vésicules aériennes.** — Les bronches ont, d'une manière générale, la même structure que la trachée et ses divisions ; néanmoins, dès leur origine, elles présentent quelques différences, qui ne font qu'augmenter dans leur trajet ultérieur. On peut les considérer parfaitement comme formées de deux membranes : d'une *membrane fibreuse,* dans l'épaisseur de laquelle se voient çà et là des cartilages, et d'une *membrane muqueuse*, doublée d'une couche de *fibres musculaires lisses*. La membrane fibreuse est composée de tissu conjonctif et de fibres élastiques fines ; épaisse encore sur les grosses bronches, elle s'amincit de plus en plus, et sur les bronches au-dessous de 1 millimètre de diamètre, elle peut à peine se démontrer avec le scalpel ; elle finit enfin par se confondre avec la membrane muqueuse et le tissu conjonctif lâche qui unit les bronches au parenchyme pulmonaire. Les *cartilages* se trouvent compris dans l'épaisseur de cette membrane ; mais, au lieu de former des demi-anneaux, ils constituent des lamelles anguleuses et irrégulières, réparties sur tout le pourtour des bronches. Ces lamelles sont d'abord assez grandes et très-rapprochées entre elles ; peu à peu elles s'écartent davantage et se montrent seulement aux points d'où se détachent des bronches ; en même temps elles deviennent de plus en plus petites, jusqu'à ce qu'enfin elles disparaissent complétement. Sur des bronches au-dessous de 1 millimètre, règle générale, elles cessent d'être visibles. (Gerlach prétend les avoir trouvées encore sur des bronches de $0^{mm},2$). Ces cartilages, qui offrent souvent une légère coloration rougeâtre, ont d'abord exactement la même structure que ceux de la trachée ; mais à mesure qu'ils se rapetissent, les différences qui existent entre les cellules

superficielles et profondes disparaissent graduellement; les cartilages présentent alors, dans toutes leurs parties, un tissu uniforme, analogue à la portion interne des gros cartilages. Les *muscles* apparaissent déjà sur les grosses bronches sous la forme de faisceaux aplatis, *circulaires*; ils constituent une couche complète, excepté chez les gens âgés, où il existe des intervalles plus ou moins grands entre les faisceaux. Comme on les retrouve encore sur des rameaux de 0mm,22 à 0mm,18, il est probable qu'ils s'étendent jusqu'aux lobules pulmonaires. La *membrane muqueuse* est intimement unie à la couche musculeuse; elle a d'abord la même épaisseur que dans la trachée, mais elle s'amincit peu à peu, de sorte que les bronches au-dessous de 1 millimètre n'ont que des parois extrêmement délicates. Partout la muqueuse bronchique présente extérieurement des fibres élastiques longitudinales, dont les faisceaux la soulèvent plus ou moins et lui donnent une apparence striée très-caractéristique; plus en dedans, se trouve une couche homogène de 4,5 à 6,7 μ d'épaisseur, et tapissée intérieurement d'un *épithélium vibratile*, qui, dans les bronches de 2 millimètres et au-dessus, est composé de plusieurs couches, mais qui se réduit peu à peu à une seule couche de cellules à cils vibratiles, de 13 μ de longueur (fig. 14, p. 52), et qui, dans les plus fines bronches des animaux, se transforme en épithélium pavimenteux (fig. 334). Les bronches d'un certain volume sont encore munies de nombreuses *glandes en grappe*; ces glandes disparaissent sur celles qui n'ont que 2 à 3 millimètres de diamètre; néanmoins Remak prétend les avoir trouvées encore dans les parois des plus fines bronches, au voisinage des vésicules pulmonaires (*Unters. z. Entw.*, p. 115).



FIG. 334.

Les *vésicules pulmonaires* ne me paraissent présenter que deux couches, une *membrane fibreuse* et un *épithélium*. La membrane fibreuse résulte évidemment de l'union intime de la muqueuse bronchique avec la tunique fibreuse, toutes deux fort amincies; elle est complétement dépourvue de fibres musculaires lisses, et se compose d'une couche fondamentale de tissu conjonctif homogène, avec des fibres élastiques et de nombreux vaisseaux. Les *fibres élastiques* ont de 1 à 4,5 μ de largeur; elles se montrent principalement aux angles des vésicules aériennes, aplaties à l'état de distension, et autour de leurs orifices, sous la forme de trabécules anastomosées entre elles de toutes parts, formant ainsi un canevas résistant, sur lequel sont tendues les portions de tissu conjonctif plus molles qui portent les vaisseaux. Là où les cellules se touchent, leurs trabécules élastiques se confondent ensemble, de sorte qu'il est le plus souvent impossible de fixer les limites exactes de chaque vésicule. Ces trabécules sont constituées, en général, par un réseau élastique très-serré, dont les mailles figurent des fentes extrêmement étroites; mais il est des points où les fibres élastiques sont plus écartées les unes des autres, de sorte qu'il

FIG. 334. — Épithélium pavimenteux d'une bronche très-fine du chien. Grosseur de 400 diamètres.

est très-facile de se convaincre qu'on a sous les yeux des éléments élastiques ordinaires. Partout on voit aussi se détacher des trabécules de fines fibres élastiques, qui vont se distribuer dans le reste de la paroi des vésicules, pour y former un réseau très-lâche. Le *tissu conjonctif* des cellules aériennes, qui paraît complétement *homogène*, est très-peu abondant, relativement à la masse des éléments élastiques et des vaisseaux, et ne se rencontre, pour ainsi dire, que dans les interstices des trabécules élastiques, où il sert de moyen d'union entre les nombreux capillaires sanguins.

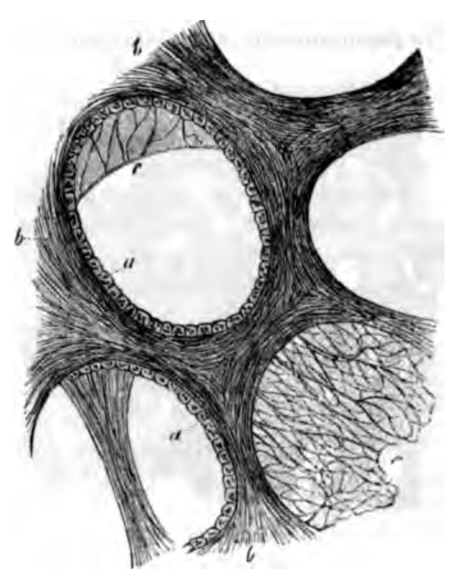


FIG. 335.

L'*épithélium* des vésicules pulmonaires n'est pas encore suffisamment connu chez l'homme. A la vérité, on obtient facilement, sur des poumons fins, une multitude de cellules polyédriques à angles mousses, mesurant 11 à 15 μ en diamètre, cellules qu'on pourrait prendre pour l'épithélium des vésicules pulmonaires, et qui, effectivement, étaient encore envisagées de cette façon, il y a peu de temps, par un grand nombre d'anatomistes et par moi. Mais comme, d'après Henle et Eberth, les bronches les plus fines possèdent un épithélium pavimenteux, fait que j'ai vérifié au moins pour le poumon du veau et du chien (fig. 334), cette interprétation devient douteuse; or, en l'absence de faits certains, on ne peut s'en tenir à ce que nous montrent les animaux, car chez eux, d'après les recherches de Eberth et de son élève Elenz, il y a des dispositions variées; il existe, à cet égard, plusieurs types différents. Chez les **amphibies** nus (fig. 326), on rencontre un épithélium pavimenteux complet, assez régulier, formé de cellules à noyau très-plates, qui présente néanmoins cette particularité que les noyaux, déposés dans des dépressions spéciales des cellules, se trouvent exclusivement dans les mailles des capillaires, tandis que les portions aplaties des cellules recouvrent les vaisseaux sanguins. Chez les *reptiles*, l'épithélium des alvéoles pulmonaires est composé de petites cellules à noyau et de larges lamelles aplaties, sans noyau, et les premières seules sont contenues dans les mailles des capillaires, qu'elles ne remplissent pas complétement. Chez les *mammifères*, enfin, la disposition est la même,

FIG. 335. — **Vésicule pulmonaire de l'homme et portion des vésicules voisines. Grossissement de 350 diamètres. —** *a*, **épithélium;** *b*, **trabécules élastiques;** *c*, **paroi vésiculaire très-délicate dans l'intervalle des trabécules; elle présente des fibres élastiques fines.**

(fig. 337), si ce n'est que les lamelles sont irrégulières et résultent peut-être de la fusion de plusieurs cellules, et, en second lieu, que les petites cellules remplissent assez complétement les mailles des capillaires.

Le *tissu conjonctif interlobulaire* du poumon, déjà très-rare entre les lo-

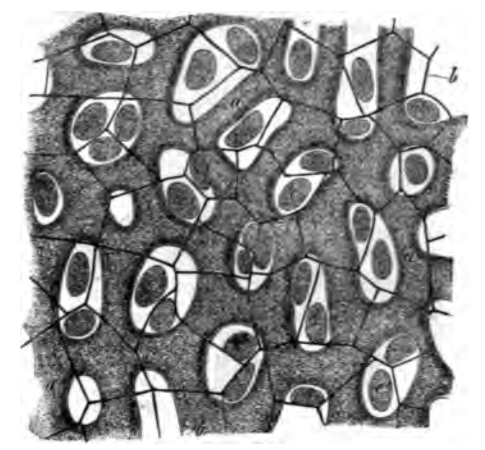


FIG. 336.



FIG. 337.

bules secondaires, est à peine appréciable entre les lobules primitifs; il est composé de tissu conjonctif ordinaire, entremêlé de fibres élastiques fines. Chez l'adulte, il est le siége d'un quantité plus ou moins notable de *pigment noir*, formé de petites granulations et d'amas de granulations irrégulières, qui ne sont pour ainsi dire jamais contenues dans des cellules; on y trouve aussi des cristaux. Le pigment se dépose parfois dans les parois mêmes des cellules; lorsque ce dépôt se fait en petite quantité et d'une manière régulière, il dessine très-nettement les contours des lobules secondaires, parfois même, en partie, ceux des lobules primitifs.

Le long débat sur l'épithélium des vésicules pulmonaires (pour la bibliographie jusqu'à l'année 1862, voyez Henle, *Splanch.*, p. 281), se continue encore de nos jours. Cependant on peut dire que l'opinion d'après laquelle les vésicules pulmonaires sont complétement dépourvues d'épithélium, est vaincue. Eberth a eu le mérite d'appeler le premier l'attention sur ce fait que l'épithélium, chez beaucoup d'animaux, ne tapisse pas les alvéoles d'une manière uniforme; mais sa description, bien que confirmée par plusieurs auteurs, ne me paraît pas complétement satisfaisante, car Elenz a démontré que la couche de cellules ne présente pas de lacunes dans la région des capillaires, comme le croyait Eberth, mais revêt également ces parties au moyen de cellules ou portions de cellules sans noyaux, ainsi qu'il a été exposé plus

FIG. 336. — Épithélium d'une cellule aérienne de la grenouille, rendu apparent par le nitrate d'argent et le carmin. Grossissement de 350 diamètres. *a*, capillaire; *b*, cellules épithéliales; *c*, leurs noyaux, contenus dans les mailles des capillaires.

FIG. 337. — Épithélium pulmonaire d'un alvéole périphérique de rat adulte, rendu apparent par le nitrate d'argent, d'après Elenz. Grossissement d'environ 350 diamètres. *a*, capillaires; *b*, îlots de petites cellules à noyau dans les mailles du réseau capillaire; c, contours es la rges lames membraneuses qui s'étendent au-dessus des capillaires; *d*, cellule qui n'est nie à un des îlots voisins que par un contour simple.

haut. Du reste, à côté de la description de Elenz, deux autres se sont produites; d'une part, Colberg veut que les alvéoles soient tapissés d'une *membrane épithéliqu*e à noyaux, formée de cellules fusionnées; d'autre part, Chrzonszczewsky et Hirschmann admettent un épithélium régulier formé, dans le sens ancien, de cellules à noyaux uniformes. Quant à moi, je ne puis que confirmer les données de Elenz relativement au poumon de la grenouille (voy. fig. 336), et je ferai remarquer, de plus, que là où les mailles vasculaires sont un peu larges, elles contiennent aussi des cellules, qui ne passent pas au-dessus des vaisseaux, comme Elenz l'a parfaitement représenté dans sa figure. 6. Les grosses cellules mesurent, chez la grenouille, 25 à 35 μ, les petites 15 à 25 μ. Pour ce qui est des mammifères, il m'a été impossible de voir les formes dessinées par Elenz (fig. 9); au contraire, chez le chien, je n'ai trouvé qu'un épithélium assez uniforme, parfaitement analogue à celui des bronches les plus petites (fig. 334), dont toutes les cellules avaient sensiblement les mêmes dimensions (9-12 μ), et, d'après ce que j'ai pu voir, tapissaient uniformément les alvéoles. Chez l'homme, dans les vésicules pulmonaires, je n'ai pu encore que m'assurer de l'existence de cellules épithéliales de 11 à 15 μ de diamètre; mais même sur des enfants, en me servant de nitrate d'argent, il m'a été impossible de les voir *in situ*. La figure. 335 est quelque peu schématique; mais je ne puis m'empêcher d'admettre qu'elle représente exactement l'épithélium, figuré seulement un peu trop épais. Pour ce qui est des *fibres musculaires lisses* dans la paroi des vésicules pulmonaires des mammifères et de l'homme, Moleschott affirme, et Piso-Borme, Hirschmann et Chrzonsz czewsky sont de son avis, contrairement à presque tous les anatomistes, que ces fibres existent en réalité, bien qu'en faible proportion; à cette assertion, je ne puis, comme précédemment, qu'opposer ce fait qu'il ne m'a pas été donné jusqu'ici de voir ces éléments, et Eberth, qui a étudié avec beaucoup de soin ce point d'anatomie, partage mon opinion. La paroi des vésicules pulmonaires est formée d'une couche de tissu conjonctif homogène et de réseaux de fibres élastiques, et se décompose plus ou moins nettement en deux plans, dont le plus interne, extrêmement délicat, est complétement homogène et revêt les capillaires, tandis que le plan externe porte seul les fibres élastiques et renferme les vaisseaux dans son épaisseur. La première couche peut être isolée chez certains animaux, mais non chez l'homme, où elle est unie d'une manière indissoluble avec la substance fondamentale qui se trouve entre les vaisseaux sanguins et les réseaux fibreux. Quoi qu'il en soit, elle est indubitablement la continuation de la couche limitante, ci-dessus décrite, de la muqueuse de la trachée et des bronches. Je n'ai rien vu des nombreux noyaux que Henle décrit dans la paroi des vésicules pulmonaires, d'après les préparations de W. Müller; je considère ces noyaux, ainsi que Eberth, comme appartenant aux cellules épithéliales, dont Henle nie l'existence.

§ 173. **Vaisseaux et nerfs des poumons.** — Les poumons présentent dans leurs vaisseaux une disposition qui ne se retrouve dans aucun autre organe; ils reçoivent deux systèmes artériels en grande partie indépendants, le *système des vaisseaux bronchiques*, destiné à la nutrition de certaines parties du poumon, et celui des *vaisseaux pulmonaires*, préposé à l'hématose. Les divisions de l'artère pulmonaire accompagnent assez régulièrement les divisions bronchiques, situées généralement à leur face inférieure et postérieure; mais elles se bifurquent plus fréquemment, et par conséquent diminuent plus rapidement de calibre. En définitive, chaque lobule secondaire reçoit de l'artère pulmonaire une branche dont le volume, en général, est en rapport avec le nombre des lobules primitifs, et qui se divise à son tour en un grand nombre de ramuscules, destinés aux vésicules pulmonaires. Ces *artères lobulaires* sont faciles à suivre sur

des pièces injectées, puis insufflées et desséchées; on constate que pendant leur trajet dans le tissu qui unit les lobules (*infundibula*), elles fournissent des ramuscules, non à un seul lobule, mais toujours à deux ou trois lobules. Ces ramuscules pénètrent entre les vésicules pulmonaires, se subdivisent plusieurs fois pendant qu'ils cheminent dans l'épaisseur des grosses trabécules élastiques, s'anastomosent çà et là, mais sans régularité, soit entre eux, soit avec des ramuscules appartenant à d'autres artères lobulaires, et forment enfin le *réseau capillaire des vésicules*. Ce réseau est un des plus serrés qui existent; vu chez l'homme et sur une pièce fraîche, il présente des mailles arrondies ou ovalaires, de 4,5 à 18 μ de diamètre, formées de vaisseaux qui ont 6,7 à 11 μ de largeur; il se trouve dans la paroi des vésicules, très-superficiellement, en dedans des trabécules élastiques d'un certain volume, et s'étend non-seulement à toutes les vésicules d'un même lobule, mais encore, du moins chez l'adulte, à une partie des vésicules des lobules voisins. Suivant le degré de distension des alvéoles, ces capillaires sont droits ou onduleux; sur des pièces injectées artificiellement, ils peuvent même former des anses saillantes, en apparence, dans la cavité des alvéoles, sans pourtant être à nu dans cette cavité. De ce réseau naissent les *veines pulmonaires*, par des radicules qui, plus superficielles que les artères, plus extérieures relativement aux lobules primitifs, s'engagent ensuite entre les lobules, dans la profondeur, où, s'unissant à d'autres veines lobulaires, elles constituent des troncs d'un certain volume. Ces derniers traversent le parenchyme pulmonaire, soit en compagnie des artères et des bronches, soit isolément.

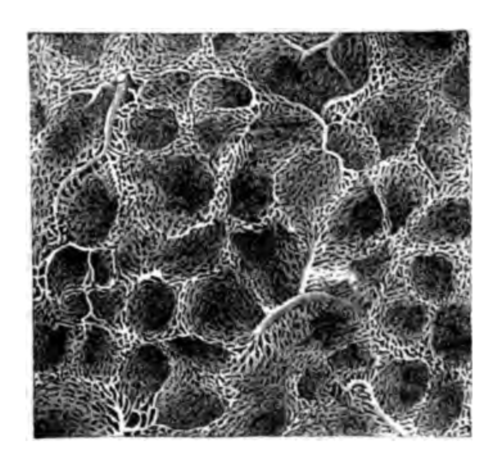


FIG. 338.

Les *artères bronchiques* se distribuent sur les grosses bronches, dont les vaisseaux sont disposés comme ceux de la trachée, sur les artères et veines pulmonaires et dans la plèvre pulmonaire. Les dernières divisions de l'artère pulmonaire, en particulier, sont pourvues d'un réseau capillaire extrêmement riche, qu'on peut suivre jusque sur des branches de 0mm.6 de diamètre et au-dessous. Les rameaux destinés à la plèvre se détachent en partie au niveau du hile et dans les grandes scissures qui séparent les lobes principaux du poumon; d'autres naissent des branches qui accompagnent les bronches et émergent de la profondeur en passant entre les lobules secondaires. Du reste, la plèvre pulmonaire reçoit aussi de petits

FIG. 338. — Réseau capillaire des vésicules pulmonaires de l'homme. Grossissement de 60 diamètres.

vaisseaux des artères bronchiques, sur lesquels Turner a appelé l'attention (*Brit. and for. med. clin. Review*, 1865). Les *veines bronchiques* ont un champ de distribution beaucoup plus restreint que les artères correspondantes; mais ce champ n'est pas encore déterminé avec toute la précision désirable. Toutefois, il est certain que le sang des fines bronches est ramené vers le cœur principalement, si ce n'est en totalité, par les racines des veines pulmonaires (rameaux bronchiques des veines pulmonaires) et que les veines bronchiques ne rapportent que le sang des réseaux capillaires contenus dans les parois des vaisseaux, des grosses bronches, des glandes lymphatiques et de la région de la plèvre voisine du hile. Les ligaments du poumon et les parties avoisinantes de la plèvre reçoivent, en outre, de petites branches artérielles dont l'origine n'est point dans les artères bronchiques.

Les *vaisseaux lymphatiques* du poumon sont très-nombreux. Les uns sont superficiels et rampent dans le tissu conjonctif sous-séreux qui sépare les lobules, en formant un réseau superficiel plus fin et un réseau profond plus large; ces réseaux recouvrent toute la surface du poumon et, d'une part, émettent des troncs spéciaux, superficiels, qui accompagnent les vaisseaux sanguins de la plèvre jusqu'à la racine des poumons, d'autre part, communiquent avec les vaisseaux profonds par une foule de rameaux qui s'enfoncent entre les lobules. Les lymphatiques profonds naissent des parois des bronches et des vaisseaux sanguins, des artères pulmonaires surtout, et aussi des parois des vésicules pulmonaires, d'après les recherches récentes de Wywodzoff sur le chien et le cheval, parois dans lesquelles les espaces lymphatiques s'entrecroisent diversement avec les capillaires, en présentant des élargissements dans les mailles de ces vaisseaux. Les troncs des lymphatiques accompagnent ces canaux et les bronches dans l'épaisseur de la substance du poumon, traversent quelques petits ganglions lymphatiques (*ganglions pulmonaires*), et atteignent enfin la racine des poumons, où ils se jettent dans les gros *ganglions bronchiques*.

Les *nerfs des poumons* proviennent du nerf vague et du grand sympathique; ils forment le *plexus pulmonaire antérieur* et le *plexus pulmonaire postérieur*, ce dernier beaucoup plus considérable que le premier, et accompagnent le plus souvent dans leur distribution les bronches et les divisions de l'artère pulmonaire, rarement les ramifications des veines pulmonaires et des artères bronchiques. Dans l'intérieur des poumons, ces nerfs présentent sur leur trajet des ganglions microscopiques; on peut les poursuivre jusque très-près des extrémités des bronches.

Il est très-remarquable que les divisions de l'artère pulmonaire fournissent non-seulement aux vésicules pulmonaires, mais encore à quelques autres parties du poumon, telles que la *surface du poumon* et les *bronches très-fines*. Même sur des pièces non injectées, on voit, en différents points, de petits rameaux de l'artère pulmonaire devenir superficiels et se diviser sous la plèvre. Déjà Reisseisen (p. 17) avait décrit ces vaisseaux, qu'il a très-bien figurés (pl. IV, V). Plus tard, Adriani les a suivis sur des poumons injectés; il prétend qu'ils ont un trajet flexueux et s'anastomosent fré-

quemment entre eux, mais qu'ils sont notablement plus larges et forment des réseaux plus lâches que ceux des vésicules. Le sang de ces réseaux peut s'écouler, d'une part, par les radicules superficielles des veines pulmonaires, d'autre part, par les divisions que les artères bronchiques fournissent à la plèvre pulmonaire. L'artère pulmonaire donne également des rameaux aux bronches ; ce fait était connu déjà d'Arnold (*Anat.*, p. 171), mais c'est à Adriani que nous devons des détails précis sur cette particularité importante. D'après cet observateur, le réseau capillaire superficiel des bronches est fourni principalement par l'artère et la veine pulmonaire ; ce réseau se fait remarquer par la forme allongée de ses mailles et par l'étroitesse de ses vaisseaux, qui ne sont guère plus larges que ceux des vésicules (ils ont $0^{mm},009$ à $0^{mm},014$ chez l'homme); les vaisseaux de la tunique musculeuse et de la tunique fibreuse, au contraire, proviennent des artères bronchiques. Suivant Adriani et Rossignol, les artères et veines bronchiques s'injectent par les veines pulmonaires. et réciproquement les veines pulmonaires peuvent s'injecter par les artères bronchiques; mais les vaisseaux bronchiques ne s'injectent point par les artères pulmonaires. Il résulte des communications récentes de Henle que la muqueuse des bronches renferme deux réseaux capillaires *bien distincts*, l'un, à capillaires très-fins, appartenant aux vaisseaux bronchiques, l'autre, à capillaires plus gros, dépendant des vaisseaux pulmonaires (*l. c.*, p. 59, fig. B, n° 3). D'autre part, Henle veut que l'artère pulmonaire ne fournisse aucun rameau à la muqueuse bronchique: qu'au contraire, les vaisseaux pulmonaires de cette membrane proviennent directement des lobules et se continuent avec les racines des veines pulmonaires. Ainsi, ces capillaires constitueraient un diverticule spécial des véritables capillaires respiratoires des alvéoles. Si ces assertions se confirment, la part que prennent les fines bronches à l'échange de gaz serait moindre qu'on ne l'avait admis jusqu'alors. — La limite où s'arrêtent les vaisseaux fournis aux bronches par l'artère pulmonaire, n'a pas encore été fixée avec précision ; ce que je puis affirmer, c'est que des bronches de $0^{mm},7$ de diamètre ont encore des capillaires pulmonaires.

Dans l'*étude des poumons*, un seul point présente des difficultés, celui qui est relatif aux connexions des bronches avec les vésicules pulmonaires ; mais ces difficultés, il faut l'avouer, sont très-grandes. Sur des pièces fraîches, on voit très-bien que les vésicules pulmonaires communiquent fréquemment ensemble et qu'elles ne sont pas toutes terminales. Pour étudier la question à fond, on se servira avec beaucoup d'avantage de poumons insufflés ou desséchés ; il est plus expéditif de séparer par une ligature une portion d'un lobe insufflé et de le faire sécher à part. On peut aussi employer des pièces corrodées, ou bien des poumons dans lesquels on aura injecté une matière incolore (cire, térébenthine) ; il est rare qu'une série d'essais de ce genre ne conduise point à un résultat certain. Avant d'injecter les bronches, on y fera le vide au moyen de la machine pneumatique, ou, à défaut de cette dernière, avec une bonne seringue. Chez les jeunes animaux, on peut aussi aspirer l'air avec la bouche. L'injection des vaisseaux sanguins réussit le plus souvent ; il faut, de préférence à des pièces desséchées, se servir de pièces conservées dans les liquides, et qu'on a injectées, soit avec des substances opaques, soit avec des substances transparentes, telles que le bleu dePrusse, d'après le procédé de Schrœder et Harting. — Les vésicules pulmonaires, les bronches, le larynx et la trachée sont faciles à étudier. Les cellules épithéliales des vésicules se trouvent en quantité sur chaque section des poumons ; il en est de même des cellules vibratiles. — Pour étudier les alvéoles, il faut avant tout les débarrasser de l'air qu'ils contiennent. Le poumon humain les présente d'une manière admirable, comme aussi tous les autres éléments, tels que cartilages, fibres élastiques, muscles, glandes. — Pour montrer l'*épithélium*, il convient, après avoir enlevé l'air, d'injecter une solution de nitrate d'argent à $\frac{1}{4}$-$\frac{1}{2}$ pour 100, avec ou sans gélatine, et de se servir ensuite du carmin pour colorer les noyaux. — Chez les amphibies, il est avantageux de débarrasser préalablement les vaisseaux sanguins du sang qu'ils renferment, en y poussant de l'eau, et de les remplir ensuite de gélatine incolore. Il est à remarquer que presque

toujours l'argent transsude au dehors et qu'outre l'épithélium des alvéoles, celui des capillaires et de la plèvre sont influencés par ce réactif. Ces trois sortes d'épithéliums présentent de si grandes différences quant au volume et à la forme des cellules qui les constituent, qu'avec un peu d'attention l'erreur n'est pas possible.

Bibliographie des poumons. — M. Malpighi, *De pulmonibus espislolæ II ad Borellum*. Bonon, 1661. — F. D. Reisseisen, *Ueber den Bau der Lungen, eine gekrönte Preisschrift*. Berlin, 1822. — J. Moleschott, *De Malpighianis pulmonum vesiculis*. Heidelb., 1845, *Diss.*; *Ueber die letzten Endigungen der feinsten Bronchien*, in *Holländische Beiträge*, I, p. 7, et in *Unters z. Naturl.* VI, p. 385. — Rossignol, *Recherches sur la structure intime du poumon*. Brux., 1836. — A. Adriani, *De subtiliori pulmonum structura*. Trajecti ad Rhen., 1847, *Diss.* — H. Cramer, *De penitiori pulmonum hominis structura*. Berol., 1847, *Diss.* — Köstlin, *Zur normalen und patholog. Anatomie der Lungen*, in *Gries. Archiv*, 1848, 4ᵉ cah., p. 292, et 1849, 2ᵉ cah., p. 167. — E. Schultz, *Disquisitiones de structura et textura canalium aeriferorum, c. tab.* Dorpati Liv., 1850, *Diss.* — Reiner, *Die Ausbreit. der Epithelien im Kehlkopf*, in *Würzb. Verh.*, III; *Beitr. z. Histol. des Kehlkopfes*. Würzb., 1852, *Diss.*—Beale, *On the Bloodvessels of the Lungs*, in *Monthly Journ.*, 1852, q. 454. — A. Ecker, *Icones phys.*, pl. XXI. — G. Rainey, *On the epithelium of the aircells*, in *Brit. and for. Med. Chir. Review*, oct. 1855, p. 491. — F. Williams, *Epithelium of the aircells*, in *Med. Tim. and Gaz.*, 1855, p. 361. — A. Biermer, *Die Lehre vom Auswurf*. Würzb., 1855. — C. Radclyff-Hall, *On the Epithelium on the Air Vesicles of the Human Lung*, in *Brit. and for. med. chir. Review*, Juill. 1857. — A. T. Honghton Waters, *The Anatomy of the Human Lung*. Londres, 1860. — Luschka, *Der Bandappar. d. Santor. Knorpel des Kehlkopfs*, in *Henle's Zeitschr.* 1860, XI, 132. — H. J. Halbertsma, *De lamina mediana cart. thyr.*, in *Versl. en Mededeel. d. k. Ned. Akad. Natuurk*, D.XI, p. 3. — L. Le Fort, *Rech. sur l'anat. du poumon chez l'homme*. Paris, 1859. — Deichler, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3ᵉ série, t. X, p. 195, et *Beitr. z. Histologie des Lungengewebes*. Gött., 1861. — Munk, in *Deutsch. Klin.* 1862, n° 8, et *Virch. Arch.* XXIV, p. 603. — Eberth, *Der Streit über das Epithel. der Lungenbläschen*, in *Virch. Arch.*, t. XXIV, p. 503, et *Ueber d. fein. Bau d. Lungen*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.* XII. — J. N. Heale, *A treatise of the Phys. Anatomy of Lhe lungs*. Londres, 1862. — Zenker, *Beitr. zur norm. und path. Anat. der Lunge*. Dresde, 1862. — E. Wagner, in *Arch. für Heilkund.* 1862, p. 383. — Remak, in *Deutsche Klinik*. 1862, n° 20. — H. Hertz, in *Virch. Arch.* XXVI, p. 459. — J. Arnold, *Ibid.* XXVII, p. 396, et XXVIII, p. 433. — A. Colberg, *Obs. d. pen. pulm. struct. Halis.* 1863. — N. Chrzonszczewsky, in *Würzb. Med. Zeitschr.*, IV. p. 206, et *Virch. Arch.*, t. XXXV, p. 165. — E. Elenz, *Ueber das Lungenepithel*. Würzb., 1864, et in *Würzb. nat. Zeitschr.*, V, p. 66, avec supplément par Eberth. — Wywodzoff, in *Wien. med. Jahrb.* XI, p. 3 (vaiss. lymph.). — T. Bakody, in *Virch. Arch.*, t. XXXIII, p. 264. — G. Piso-Borme, in *Arch. di Zoologia*, etc., t. III, 1864 (muscles lisses). — H. Hirschmann, in *Virch. Arch.*, t. XXXVI, p. 335 (muscles lisses). — Koschlakoff, in *Virch. Arch.*, t. XXXVI, p. 178 (pigment du poumon). — Dybkowsky, in *Ber. der sächs. Akad.* 1866, p. 192 (vaisseaux lymphatiques de la plèvre).

SECTION II

DE LA GLANDE THYROÏDE.

§ 174. **Caractères généraux de la glande thyroïde.** — La *glande thyroïde* appartient au groupe des glandes sans conduit excréteur. Par sa conformation extérieure, elle se rapproche beaucoup des glandes en

grappe, car elle se compose de grosses *vésicules glandulaires* sphériques, closes de toute part, de 45 à 110 μ de diamètre, qui, grâce à un *stroma* fibreux interposé entre elles, se réunissent en *lobules* (*granulations glandulaires* des auteurs) arrondis ou oblongs, souvent un peu polyédriques. Ces lobules ont 0mm,5 à 1 millimètre de diamètre, et constituent, par leur réunion, des lobules plus considérables, mais non complétement séparés les uns des autres. En se groupant, ces lobules forment les divisions principales de la glande, entourées également d'une enveloppe spéciale, mais plus épaisse, qui se continue avec la capsule fibreuse de l'organe.

§ 175. **Structure de la glande thyroïde.** — J'ai peu de chose à dire du *tissu fibreux* ou *stroma* de la glande thyroïde; il se compose de faisceaux de tissu conjonctif qui s'entrecroisent dans toutes les directions, et auxquels se mêlent des fibres élastiques fines; dans ses parties superficielles se rencontrent également un certain nombre de cellules adipeuses. Quant aux *vésicules glandulaires*, elles se présentent, chez l'homme, sous des aspects si divers, qu'il n'est pas facile de dire quel est l'état normal. Mes observations sur l'homme et sur les animaux m'ont donné la conviction qu'elles se composent, de même que les vésicules des glandes véritables, des glandes muqueuses, par exemple, d'*une membrane propre*, d'*un épithélium* et d'*un contenu* fluide. La membrane propre, complétement homogène, est fine et transparente; elle a 1,8 μ d'épaisseur et devient plus évidente, comme celle des autres glandes, sous l'influence des alcalis caustiques, qui la gonflent. A sa face interne se trouve une simple couche de cellules épithéliales polygonales, finement grenues, de 9 à 13 μ de diamètre; ces cellules contiennent un noyau simple et un contenu transparent, visqueux, tirant légèrement sur le jaune, et dans lequel l'alcool, l'acide nitrique et la chaleur décèlent une grande proportion d'albumine. Tel est le contenu qu'on rencontre à l'état normal dans la thyroïde de l'homme, particulièrement chez les enfants. Mais quand l'organe est un peu altéré, on observe quelques différences; très-souvent on ne trouve, au lieu d'un épithélium régulier, qu'un liquide dans lequel nagent des granulations plus ou moins claires et des noyaux

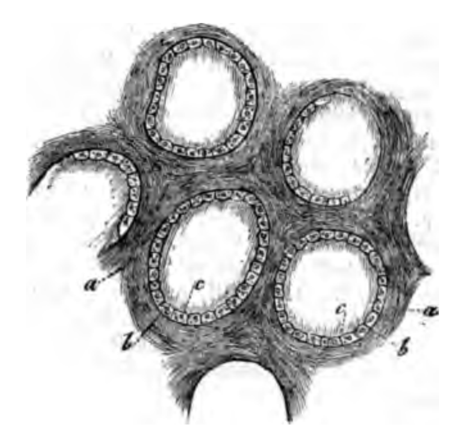
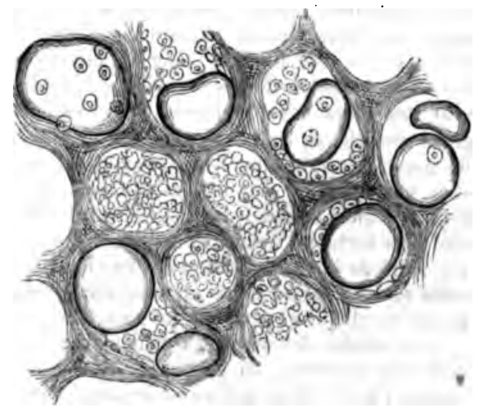


FIG. 339.

FIG. 339. — Plusieurs vésicules glandulaires de la thyroïde d'un enfant. Grossissement de 250 diamètres. — *a*, tissu conjonctif interposé aux vésicules; *b*, membrane des vésicules glanduleuses; *c*, épithélium.

libres. Je ne saurais dire si cet état particulier du contenu n'est point un effet cadavérique plutôt que pathologique; il est si fréquent, en effet, de rencontrer dans le liquide granuleux un nombre plus ou moins considérable de cellules identiques avec celles qui constituent ailleurs l'épithélium, un peu plus pâles seulement, ou ayant subi un commencement de dissolution, qu'on ne peut s'empêcher de penser qu'il s'agit là simplement d'une de ces décompositions si fréquentes après la mort. D'un autre côté, le caractère pathologique du produit connu sous le nom de *tissu colloïde*, et qu'on trouve si fréquemment dans la glande thyroïde, ne saurait inspirer le moindre doute, bien qu'on le rencontre si souvent que quelques auteurs l'ont rangé parmi les éléments normaux. Dans cette dégénérescence, il se développe dans les vésicules glandulaires, qui en même temps s'élargissent notablement, une substance particulière appelée *substance colloïde*, qu'on rencontre d'ailleurs dans une foule d'autres tissus; cette substance est transparente, amorphe, jaunâtre, molle, et remplit plus ou moins complétement les vésicules. A un faible degré de l'altération, les vésicules sont peu agrandies et ne dépassent point 10 μ; sur une coupe, elles se présentent sous la forme de taches ou de granulations transparentes et jaunâtres, que Ecker a comparées très-heureusement à des grains de sagou cuits; leur structure, du reste, n'est point altérée. A un degré plus avancé, les vésicules pleines de matière colloïde se transforment en kystes de $0^{mm},2$ à $1^{mm},7$ de diamètre, dans lesquels on trouve rarement un épithélium distinct; on n'y rencontre plus, outre le produit pathologique, que des cellules granulées ou remplies de matière colloïde et des noyaux. Ces kystes étouffent le stroma, qui se résorbe peu à peu; ils deviennent alors confluents, et forment de grandes cavités anfractueuses, dont le contenu subit diverses métamorphoses et dans lesquelles s'épanchent des liquides très-variés. — Les glandes thyroïdes dont les vésicules sont distendues par la matière colloïde, se rencontrent aussi parfois chez les mammifères et les oiseaux.


FIG. 340.

Les *vaisseaux sanguins* de la glande thyroïde sont, comme on sait, extrêmement nombreux; leur distribution générale ne présente rien de remarquable. Chaque lobule glandulaire reçoit plusieurs petites artérioles, qui

FIG. 340. — Vésicules glandulaires de la thyroïde, contenant de la matière colloïde. Grossissement de 50 diamètres.

se divisent en ramuscules plus fins et se distribuent dans le stroma, pour former en dernier lieu, autour de chaque vésicule, un beau réseau capillaire, analogue à celui des vésicules pulmonaires, mais dont les mailles sont un peu plus larges. Ces mailles, formées de vaisseaux de 6 à 11 μ, sont polygonales ou allongées, et ont 18 à 36 μ de largeur. Les *veines* naissent de ce réseau; elles sont encore plus nombreuses que les artères, et ne les accompagnent pas toujours dans leur trajet. Un nombre assez considérable de *lymphatiques* proviennent de la glande thyroïde; Frey a pu les suivre jusqu'entre les vésicules glandulaires, où ils se terminent en cul-de-sac. Quelques rares *filets nerveux*, enfin, pénètrent dans cet organe; ils sont destinés aux vaisseaux et proviennent de la portion cervicale du grand sympathique.

Le *goître* est la maladie la plus fréquente du corps thyroïde. Ecker le divise en *goître vasculaire* et *goître glandulaire*. Dans le goître glandulaire, on trouve les altérations des vésicules glandulaires que nous avons mentionnées plus haut; tandis que le goître vasculaire, dont Rokitansky ne fait point une forme particulière, est constitué, non-seulement par une hypérémie générale de l'organe, mais encore et surtout par la dilatation anévrysmatique d'une foule de petits vaisseaux, qui ont en général 68 à 90 μ de largeur, et que Ecker considère comme des artérioles ou de gros capillaires. Lorsque ces anévrysmes se rompent, ils déterminent des épanchements sanguins plus ou moins considérables, qui subissent les altérations les plus diverses; car tandis que le sang se métamorphose, de nouveaux épanchements ou des exsudations plastiques s'y ajoutent, de sorte que des portions de tissu normal sont englobées dans le foyer. Très-fréquemment aussi Ecker a trouvé, dans le goître vasculaire, les vaisseaux *incrustés de matière calcaire*, c'est-à-dire que dans les parois des vaisseaux d'un très-petit calibre, dilatés ou normaux, s'étaient déposées une foule de granulations calcaires, qui leur donnaient une couleur blanche, les oblitéraient complétement et les transformaient en concrétions. Rokitansky admet que dans certaines formes de goître, il y a une véritable *hypertrophie* de la glande, par suite de la multiplication de ses éléments normaux, soit que les nouvelles vésicules se développent d'une manière indépendante, soit qu'elles résultent d'un bourgeonnement qui s'opère sur les parois des anciennes vésicules dilatées.

Pour étudier les vésicules glandulaires de la thyroïde, on choisira de préférence celle des animaux, en particulier des oiseaux et des amphibies, puis celle des enfants; les sections faites avec le couteau double ou sur des glandes durcies conviennent le mieux pour l'examen de la structure et des connexions des vésicules; mais on peut atteindre le même but par la dissection et la dilacération. Les *injections* sont très-faciles et réussissent parfaitement chez les enfants; les segments superficiels sont ceux qui présentent le mieux les réseaux vasculaires des vésicules.

Bibliographie de la glande thyroïde. — Schwager-Bardeleben, *Obs. micr. de glandularum ductu excret. carentium struct.* Berol., 1841, *Diss.* — Panagiotides et K. Wagner, *Einige Beobachtungen über die Schilddrüse*, in *Fror. N. Not.*, XL, p. 193, et Panagiotides, *De glandul. thyreoideæ structura penitiori, Diss.* Berol., 1847. — A. Ecker, *Versuch einer Anatomie der primitiven Formen des Kropfes*, etc., in *Henle und Pfeiffer's Zeitschr. für ration. Medicin*, VI, p. 123, et art. *Blutgefässdrüsen*, in *Wagn. Handw. d. Phys.*, III. — Rokitansky, in *Zeitschr. d. Wiener Aerzte*, 1847, et *Zur Anatomie des Kropfes*, in *Denkschriften der kaiserl. Akad. zu Wien.*, I, 1849, — E. R. Le Gendre, *De la thyroïde*, thèse. Paris, 1852. — Kohlrausch, *Beiträge z. Kenntn. d. Schilddrüse*, in *Müll. Arch.*, 1853.

p. 142. — Eulenberg, *Anat. phys. Unters. über die Schilddrüse*, in *Arch. d. Ver. f. gem. Arbeit*, IV, 314. — Frey, in *Viertelj. der naturf. Ges.*, in Zürich., t. VIII, p. 320.

SECTION III

DU THYMUS.

§ 176. **Conformation générale du thymus.** — Le thymus est une autre glande vasculaire sanguine, située dans la poitrine. C'est un organe symétrique, allongé, aplati, élargi à sa partie inférieure ; du tissu conjonctif lâche lui forme une enveloppe et l'unit aux parties voisines. Une observation très-superficielle fait voir dans le thymus de gros lobes de 4 à 11 millimètres de diamètre moyen, arrondis, oblongs ou pisiformes, mais en général aplatis ; ces lobes sont assez serrés les uns contre les autres ; mais comme ils ne sont unis entre eux que par un tissu conjonctif très-lâche, ils se séparent avec la plus grande facilité. Quand on dissèque ces lobes de dehors en dedans, on reconnaît qu'ils sont indépendants les uns des autres, mais qu'ils sont tous unis ensemble par une sorte de *pédicule creux*, qui, en général, est contourné en tire-bouchon et parcourt un peu irrégulièrement la partie centrale de la glande. Ce conduit, qui a normalement 1 à 3 millimètres de largeur, étant ouvert, on trouve à sa face interne un grand nombre d'ouvertures ovalaires ou en forme de fente, qui conduisent chacune dans un lobule et constituent l'orifice d'une cavité dont ce lobule est creusé. Une autre circonstance qui établit une analogie entre ce *canal thymique* et les canalicules des nombreux lobules qui s'y ouvrent, d'une part, le conduit excréteur et les lobules d'une vraie glande, de l'autre, c'est que les lobules du thymus se composent également de lobules plus petits, creux comme eux, lesquels sont formés de corpuscules arrondis, de $0^{mm},4$ à $0^{mm},7$ de diamètre, et répondant aux vésicules glandulaires : ce sont les *granulations glandulaires* (*acini* des auteurs). Les *acini* se reconnaissent déjà à la surface des lobules, qui leur doit un aspect comparable à une mosaïque et analogue, en quelque sorte, à celui du poumon. Ces granulations ne sont point cependant des vésicules comme les vésicules pulmonaires, qui, parmi les éléments des vraies glandes, leur ressemblent le plus par le volume ; ce sont des corpuscules *pleins*, fortement adhérents les uns aux autres vers la cavité du lobule ou vers ses cavités secondaires, séparés au contraire vers la face externe. Chaque lobule peut être considéré comme une espèce de poche à parois épaisses et pourvues de dépressions en cul-de-sac, poche dont la surface interne serait lisse et indivise, tandis que la surface externe présente des dépressions plus ou moins profondes, qui divisent l'organe en granulations glandulaires.

La disposition suivante, qui s'observe quelquefois, s'éloigne un peu de celle que nous venons de décrire : au lieu d'un canal étroit, dans lequel

s'ouvrent les cavités des lobules glandulaires, chaque moitié du thymus présente une *cavité* plus large, du diamètre de 1 à 2 millimètres, avec laquelle les lobules communiquent par des ouvertues en forme de fente. Plusieurs anatomistes, A. Cooper entre autres, parmi les modernes, considèrent l'existence de cette cavité comme un fait normal, tandis que d'autres, Simon à leur tête, ont de la tendance à la regarder comme produite artificiellement par les manipulations qu'on a fait subir au thymus (injection, insufflation). Pour moi, je ne puis qu'approuver Simon quand il prétend que dans un organe aussi délicat que le thymus, l'injection et l'insufflation doivent conduire nécessairement à des erreurs, si l'on n'use des plus grandes précautions ; je suis donc d'avis qu'un grand nombre des prétendus *réservoirs* qu'on a observés dans le thymus, sont un résultat du mode de préparation mis en usage. Mais je n'en suis pas moins convaincu qu'il y a des thymus qui, pendant la vie, sont creusés d'une cavité centrale, car on trouve de ces cavités, occupant une partie ou la totalité de la glande, dans des cas où la pièce n'avait subi ni injection, ni préparation quelconque. L'existence d'un canal central étroit me paraît être le fait primitif et habituel ; mais ce canal, suivant moi, peut s'élargir dans certaines circonstances, lorsque la sécrétion est

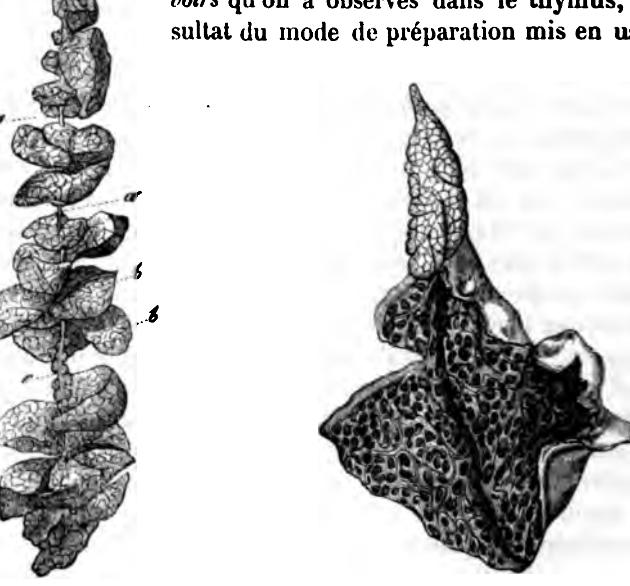


FIG. 341. FIG. 342.

FIG. 341. — Fragment d'un thymus de veau, dont les lobules ont été séparés par la dissection. — *a*, canal principal ; *b*, lobules glandulaires ; *c*, granulations glandulaires isolées, reposant sur le canal principal. Grandeur naturelle.

FIG. 342. — Moitié du thymus de l'homme, montrant dans sa partie inférieure élargie une vaste cavité et de nombreux orifices qui conduisent dans l'intérieur des lobules.

abondante par exemple, et constituer alors une cavité plus ou moins spacieuse.

§ 177. **Structure intime du thymus.** — Le tissu qui forme l'enveloppe des lobules, se compose de tissu conjonctif ordinaire, mélangé de fibres élastiques fines, souvent aussi de cellules adipeuses; ce tissu enlevé, on a sous les yeux la surface externe des lobules, sillonnée de nombreuses dépressions, qui répondent aux intervalles des granulations. On trouve d'abord, à un fort grossissement, une membrane fibroïde ou presque complétement homogène, que Simon a parfaitement décrite; cette membrane est très-mince, car elle n'a que 1 à 2,2 μ d'épaisseur; elle se continue sur tout un lobule, voire même sur la glande tout entière, et ne manque pas d'analogie avec la paroi des follicules qui composent les plaques de Peyer. A la face interne de cette membrane, entre elle et la cavité de la glande, se trouve une substance grisâtre, molle et délicate, qui a de $0^{mm},3$ à $0^{mm},7$ d'épaisseur, et qui, examinée au microscope, paraît formée exclusivement de petites cellules et de noyaux libres; aussi tous les observateurs s'accordent-ils à la considérer comme un produit de sécrétion des vésicules glandulaires du thymus. Mais cette substance ne s'enlève pas sous un filet d'eau, comme ce serait le cas si elle était simplement déposée dans les espaces limités par les enveloppes; elle présente une viscosité notable. Un examen plus attentif finit par découvrir que d'autres éléments, en partie tout à fait inattendus, entrent dans sa composition, à savoir des *vaisseaux sanguins* et un réticulum délicat de cellules étoilées et anastomosées, ce qui dénote une structure fort analogue à celle des follicules de Peyer.

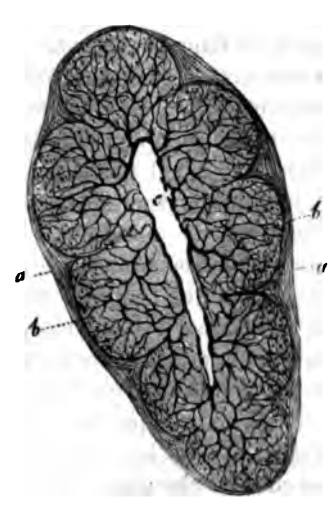


FIG. 343.

Les *éléments vésiculaires* forment, avec une petite quantité de liquide qui les unit entre eux, la masse principale des parois lobulaires. Parmi ces éléments, les *noyaux* forment toujours la majorité; ils ont un diamètre de 4,5 à 11 μ, une forme arrondie, légèrement aplatie et renferment une substance transparente, que la soude et l'acide acétique troublent et rendent granuleuse, et dans laquelle existe ou non un nucléole. On peut dire cependant de cet organe, comme de ses analogues (glandes

FIG. 343. — Section faite sur le sommet d'un lobule injecté d'un thymus d'enfant. Grossissement de 30 diamètres. — *a*, enveloppe du lobule; *b*, membrane des granulations glandulaires; *c*, cavité du lobule, à partir de laquelle les vaisseaux d'un certain calibre se ramifient dans les granulations, pour se terminer en partie par des anses à la surface de ces dernières.

lymphatiques, rate, etc.), que plus l'examen est fait avec soin, plus les noyaux libres deviennent rares; de sorte qu'on peut, avec His, regarder comme vraisemblable que là aussi il n'y a en réalité que des cellules. Ces *cellules* sont généralement petites (6,7 μ de diamètre); mais on en trouve aussi quelques-unes qui sont plus volumineuses (9 à 22 μ), dont les noyaux sont souvent multiples, et même (His) au nombre de 6 à 8. Le contenu des cellules est pâle ou présente quelques granulations graisseuses; Ecker prétend que sur le thymus complétement développé, les cellules manquent de noyau et sont entièrement remplies de graisse. Ces éléments sont supportés par un *réticulum de corpuscules conjonctifs étoilés*, observés d'abord par Billroth, et bien décrits ensuite par His, réticulum qui se distingue tant par la grande délicatesse de ses éléments, tous formés de cellules à noyau, que par sa densité, et qui, du reste, rentre parfaitement dans la catégorie des substances conjonctives. Dans les lobules du thymus, ce réticulum naît de l'enveloppe conjonctive qui les revêt extérieurement, et traverse toute l'épaisseur de leur paroi; il reçoit les cellules thymiques dans ses mailles, et s'étend jusqu'à la cavité ou le canal du thymus, où il forme une couche un peu plus condensée, une sorte de membrane limitante interne, qu'on peut à peine se figurer assez mince.

La *cavité commune* ou le *canal central* du thymus est constitué sur le même plan que la cavité des lobules en particulier; la couche fibreuse qui l'entoure est seulement plus épaisse, tandis que la couche granuleuse qui le tapisse est moins forte et renferme des vaisseaux plus volumineux. Sur les thymus qui ont atteint leur développement complet, la cavité centrale, de même que les cavités des lobules, contient un *liquide* grisâtre ou laiteux, dont la réaction est légèrement acide; ce liquide se montre souvent fort abondant; il est formé d'une sérosité limpide, albumineuse, tenant en suspension une foule de noyaux, quelques cellules, et, dans certains cas, des corpuscules à couches concentriques (voyez plus bas). Les *lymphatiques* du thymus sont en nombre considérable; mais avant His, leur disposition était complétement inconnue. D'après cet anatomiste, les gros vaisseaux sanguins qui, chez le veau, longent le canal central, sont accompagnés dans tout leur trajet par deux ou plusieurs petits troncs lymphatiques, qui reçoivent une ou deux radicules de chaque lobule. Si l'on suit ces radicules, on reconnaît qu'en se ramifiant dans le tissu conjonctif interlobulaire, tantôt elles perdent leurs valvules et aussi leurs fibres musculaires, et tantôt se convertissent en espaces lymphatiques à parois ténues, ayant toujours une largeur double de celle des troncs veineux correspondants. Dans ces espaces lymphatiques situés à la surface des lobules, semblent s'ouvrir des canaux d'environ 22 μ de largeur, qui naissent du centre des plus petits lobules, et qui, de même que les vaisseaux d'un certain volume, sont complétement remplis de corpuscules lymphatiques. His admet que ces canaux s'ouvrent librement dans la cavité centrale des lobules; mais il ne parvint pas à démontrer cette sup-

sition d'une manière aussi nette qu'il était à désirer. Quoi qu'il en it, His a eu le mérite de suivre des canaux lymphatiques jusque dans paisseur des parois des cavités thymiques. En raison de ce fait, établi jà par Hewson et confirmé par His, que les lymphatiques du thymus ntiennent un très-grand nombre de corpuscules lymphatiques conformés mme les cellules du tissu et du suc du thymus, on pourra regarder mme probable que les extrémités de ces vaisseaux sont conformées de çon à pouvoir admettre les éléments du thymus. Les *nerfs* du thymus compagnent les artères, sur lesquelles on peut les poursuivre fort loin, ais non jusqu'à leur terminaison.

Otreu les éléments normaux que nous venons de décrire, on trouve dans le thy-s, pendant sa période de développement surtout, des corpuscules arrondis spé-ux, que j'appellerai avec Ecker *corpuscules concentriques du thymus*. Ces corpus-les se présentent sous des formes diverses, qu'on peut toutefois réduire à deux ncipales : 1° les *corpuscules simples*, qui ont 13 à 22 μ de diamètre, et dont veloppe épaisse, formée de couches concentriques, renferme une substance nue, ayant l'apparence tantôt d'un noyau et tantôt d'une cellule ; 2° les *corpus-les composés*, qui sont formés de plusieurs corpuscules simples réunis dans une veloppe commune, également stratifiée, et dont le diamètre peut atteindre 90 180 μ. Tous ces corpuscules, dont Hassall et Virchow ont les premiers fait men-n, mais que Ecker et Bruch ont étudiés plus minutieusement, me paraissent ulter, non d'une métamorphose directe des noyaux et cellules de la paroi des ules glandulaires, mais du *dépôt successif* de couches concentriques de substance orphe autour de ces noyaux et cellules ; leur mode de développement se rapproche séquemment de celui des calculs prostatiques. La portion stratifiée de ces cor-scules est formée d'une substance difficilement attaquable par les alcalis, et qui n certainement n'est point de la graisse ; c'est plutôt une substance analogue à la tière colloïde ou à celle des calculs prostatiques, et qui résulte probablement ne transformation de l'albumine dans les parois glandulaires. Dans certains cas, His considère ces cas comme la règle, cette matière stratifiée se compose de lules aplaties, de sorte que l'ensemble ressemble aux noyaux épidermiques stra-és de nature pathologique. Les corpuscules concentriques se rencontrent non-lement dans la matière sécrétée par le thymus, mais encore dans la portion in-ne de la paroi glandulaire, au voisinage des vaisseaux les plus considérables.

Relativement au développement du thymus, voyez *Mikr. Anat.* et *Entwicke-gsgeschichte*. Je ferai remarquer seulement que cet organe ne représente dans rigine qu'un cordon exclusivement formé de cellules, avec une membrane d'en-oppe délicate. Si l'on suppose que ce cordon, par suite d'une multiplication con-ue des cellules, s'allonge et s'épaissit, en même temps qu'il se garnit de bour-ns latéraux, on obtient ainsi, en définitive, un cordon central flexueux, portant nombreux lobes. Dans cet organe, il peut se produire ensuite des vaisseaux et un iculum par transformation de certaines cellules, tandis qu'une autre portion des lules, en se dissolvant, donne naissance à des cavités, et que le reste enfin per-e à l'état de cellules et constitue le tissu propre de l'organe. Dans cette manière voir, il est facile de comprendre pourquoi les cavités et le tissu présentent des nexions si variables, et pourquoi les cavités n'ont point des parois nettement itées. Les follicules isolés que j'ai rencontrés dans le thymus du veau, comme si les petits thymus accessoires observés par Jendrassik, me paraissent être des tions détachées consécutivement. Il s'en faut, cependant, que l'existence de ces ticules démontre que les lobules du thymus sont des formations indépen-tes.

Si l'on veut comparer le thymus avec d'autres organes, ce sont les glandes lymphatiques et les formations analogues qui se présentent en première ligne, ainsi que je l'ai dit le premier, me fondant sur des recherches microscopiques approfondies; Leydig, Jendrassik et His ont adopté cette manière de voir. Il est évident qu'il ne saurait être question, néanmoins, d'une identité absolue.

L'étude du thymus n'est point facile. Je recommanderai avant tout les *préparations cuites*, qui, à elles seules, donnent déjà le moyen d'étudier parfaitement les connexions des lobes avec le canal central et les cavités des lobules; durcies dans l'alcool, elles permettent de faire des tranches très-fines. On emploiera aussi avec beaucoup d'avantage des pièces fraîches durcies dans l'alcool, l'acide pyroligneux, l'acide chromique ou l'acide acétique bouillant. Le thymus des petits mammifères, qui est comme membraneux sur ses bords, se prête également très bien à un examen superficiel. Mais pour arriver à des résultats complets et détaillés, il est indispensable de se servir de *thymus humains injectés*.

Bibliographie du thymus. — S. C. Lucæ, *Anat. Untersuchung d. Thymus im Menschen und in Thieren*, Francfort-sur-le-Mein. 1811 et 1812, 4, et *Anat. Bemerk. über die Divertikel am Darm. u. die Höhlen der Thymus.* Nuremberg, 1813. — F. C. Haugsted, *Thymi in hom. et per ser. anim. descr.* Hafn., 1832, 8. — A. Cooper. *Anatomy of the thymus gland.* Lond., 1832, 4. — J. Simon, *A physiological essay on the Thymus Gland.* Lond., 1845. — Ecker, art. *Blutgefässdrüsen*, in *Wagner's Handw. der Phys.*, III, et *Icon. phys.*, pl. VI.— Restelli, *De thymo obs. anat. phys.-path.* Ticini Regii, 1845. — Günsburg, *Ueber die geschicht. Körper der Thymus*, in *Zeitschr. f. klin. Med.*, VI, p. 456. — A. E. Jendrassik, *Unters. über den Bau der Thymusdrüse*, in *Sitzungsber. der Wien. Akad.*, 1856, oct. — A. Friedleben. *Die Physiol. der Thymusdrüse.* Francfort, 1858. — R. Melchior, *De structura gland. thymus.* Jenæ 1859, diss. — His, *Beitr. z. Kenntniss d. z. Lymphsyst. geh. Drüsen*, I. *Thymus*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, V, p, 341, et XI, p. 86 et 146. — Berlin, in *Arch. f. Holländ. Beitr.*, p. 270.

CHAPITRE VII

DES ORGANES URINAIRES.

§ 178. **Énumération.** — Les *organes urinaires* comprennent les *reins*, deux vraies glandes à structure tubuleuse, qui sécrètent l'*urine*, et les organes excréteurs de l'urine, c'est-à-dire les *uretères*, la *vessie*, et l'*urèthre*.

SECTION PREMIÈRE

DES REINS.

§ 179. **Structure générale des reins.** — On distingue dans le rein des *enveloppes* et un *parenchyme sécréteur*. Aux premières appartiennent : 1° la *capsule adipeuse* du rein, formée d'un tissu conjonctif lâche, riche en cellules adipeuses, et qui ne mérite point le nom de membrane; 2° la *membrane fibreuse* (*tunique propre ou albuginée* du rein), membrane mince, mais résistante, blanchâtre, formée de tissu conjonctif ordinaire et d'un grand nombre de réseaux élastiques fins, et qui enveloppe étroitement le rein; au niveau du hile, sans se prolonger dans l'intérieur de l'organe,

elle s'applique sur les calices et les vaisseaux, mais tapisse aussi partiellement la substance corticale du tissu rénal, qui s'y montre à découvert.

Le *tissu glandulaire* (fig. 344), qui se sépare très-nettement de l'enveloppe fibreuse, présente à l'œil nu deux substances distinctes, la *substance médullaire* et la *substance corticale*. La *substance médullaire* est formée de huit à quinze masses isolées, en forme de cônes, qui convergent vers le hile et qu'on a appelées *pyramides de Malpighi* (fig 344, *e*); la *substance corticale* (fig. 344, *h*), au contraire, constitue la portion périphérique de l'organe, ainsi que les cloisons de séparation des pyramides, ou les *colonnes de Bertin* (fig. 344, *g*), qui s'étendent jusqu'au hile. Elle semble former un tout continu dans le rein entier; mais examinée au microscope, elle se décompose en autant de segments qu'il y a de pyramides. Il s'ensuit qu'on peut considérer le rein comme constitué par un certain nombre de lobes distincts, mais unis intimement entre eux. Le rein de l'embryon et du nouveau-né est lobulé; les lobes (*renculi*) y sont séparés les uns des autres par des sillons profonds, qui disparaissent graduellement dans le cours de la première année.

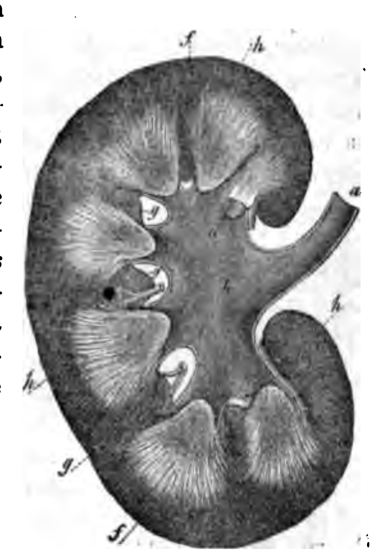


FIG. 344.

§ 180. **Composition des substances rénales en général**. — L'une et l'autre substance du rein se composent essentiellement de canalicules cylindriques, les *canalicules urinifères*, qui ont, en moyenne, 20 à 50 μ de largeur, et qui sont formés d'une membrane propre homogène et d'une simple couche d'épithélium. Ces canalicules naissent, dans chaque segment du rein, de cette portion de la pyramide qui est entourée par le calice, en d'autres termes, de la *papille rénale*, par les *conduits papillaires*, s'ouvrant par 10 à 25 ouvertures de 80 à 400 μ de diamètre (200 à 300 μ, Henle), qui occupent le sommet des papilles. Dans la pyramide, ils marchent en ligne droite les uns à côté des autres, d'où leur nom de *tubes droits* ou de Bellini, et pendant ce trajet, chaque tube droit se divise à plusieurs reprises en deux, plus rarement, et seulement au sommet de la papille, en trois tubes, qui, en général, se séparent à angle aigu, et dont le calibre est notablement inférieur à celui du tube principal. Il résulte de

FIG. 344. — Section de la portion moyenne d'un rein d'enfant. — *a*, uretère; *b*, bassinet; *c*, calices; *d*, papilles; *e*, pyramides de Malpighi; *f*, pyramides de Ferrein ; *g*, cloisons de Bertin ; *h*, portions externes de la substance corticale.

ces divisions successives des faisceaux entiers de canalicules urinifères, et comme les branches de bifurcation réunies ont toujours un calibre supérieur à celui de leur tronc, il s'ensuit que la largeur des pyramides augmente rapidement vers la périphérie. Une autre cause de cette augmentation de volume, c'est que les pyramides, outre les canalicules droits, contiennent une foule de canalicules urinifères plus fins, les canalicules de Henle, lesquels sont des branches latérales de certains canalicules de l'écorce qui pénètrent dans les pyramides et y cheminent en ligne droite, comme les *tubuli recti*. En outre, vers la base des pyramides, l'union entre les tubes de Bellini devient plus lâche, par suite de l'interposition, à intervalles égaux, de gros vaisseaux vasculaires (*artères et veines droites*): les tubes s'écartent les uns des autres dans tous les sens, si bien que sur des coupes verticales, les pyramides (à l'exception de leur portion papillaire) semblent se diviser en un grand nombre de petits faisceaux ou pinceaux, *pyramides de Ferrein* (E. H. Weber et Arnold), régions des pyramides que Henle désigne sous le nom de *couche limitrophe*. Les pyramides de Ferrein, du reste, en tant qu'elles sont situées dans la substance médullaire, ne sont point, comme le montrent des coupes transversales, des faisceaux de tubes urinifères nettement délimités; les canalicules des pyramides se divisent en tels groupes en pénétrant dans la substance corticale, groupes (*prolongements*. Ferrein; pyramides de Ferrein, Arnold et E. H. Weber; *prolongements des pyramides*, Henle), que je désigne, avec Ludwig, sous le nom d'irradiations médullaires (fig. 345, *c*, et 346, *a*).

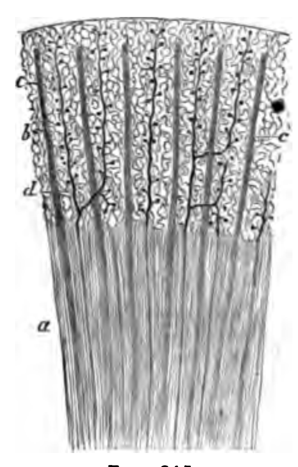


FIG. 345.

La *substance corticale*, outre les prolongements en question des canalicules droits et de Henle, se compose : 1° de la substance corticale proprement dite, formée essentiellement de très-nombreux *canalicules urinaires tortueux* (*tubuli contorti*, *s. corticales*), et 2° des *corpuscules de Malpighi* ou *grains rénaux*, lesquels ne sont autre chose que les origines renflées des canalicules urinifères, contenant dans leur intérieur un plexus vasculaire spécial.

De prime abord, l'écorce du rein semble constituer une masse continue; mais une observation attentive montre que les canalicules sont disposés parallèlement les uns aux autres, de manière à produire des espèces de colonnes, de 0mm,4 à 0mm,8 de largeur, qui traversent toute l'épaisseur de la substance corticale et qui, malgré leurs contours peu

FIG. 345. — Section verticale de l'écorce et des couches externes des pyramides d'un rein de mouton. Grossissement de 3 ½ diamètres. — *a*, pyramides; *b*, écorce; *c*, irradiations médullaires de l'écorce; *d*, substance corticale proprement dite, dans laquelle sont représentés des artères interlobulaires et des corpuscules de Malpighi injectés.

accusés, peuvent néanmoins être désignées sous le nom de *faisceaux corticaux*, *lobules du rein*, ou, avec les anciens anatomistes, *pyramides de Ferrein*. Dans ces lobules corticaux, les canalicules offrent, en petit, la même disposition que dans les gros lobes, de sorte que ceux de la partie centrale sont droits, ceux de la périphérie plus flexueux. Un examen minutieux fait voir que les canalicules des pyramides pénètrent dans un lobule cortical en faisceaux serrés sous le nom d'irradiations médullaires, et cheminent dans l'axe de ce lobule en ligne droite vers la surface. Bientôt, cependant, quelques canalicules, et leur nombre augmente (fig. 345 et 346) à mesure qu'on avance vers la surface du rein, se recourbent en dehors pour pénétrer dans la substance corticale proprement dite, jusqu'à ce qu'enfin, à une certaine distance de la surface du rein (ou la partie moyenne de la colonne de Bertin), le rayon médullaire se perde comme partie continue. Ainsi, chaque lobule cortical se compose d'une partie centrale, formée de tubes droits, c'est le *rayon médullaire*, et d'une partie corticale, enveloppant la première comme un bonnet ou un gant, c'est la *substance corticale proprement dite*.

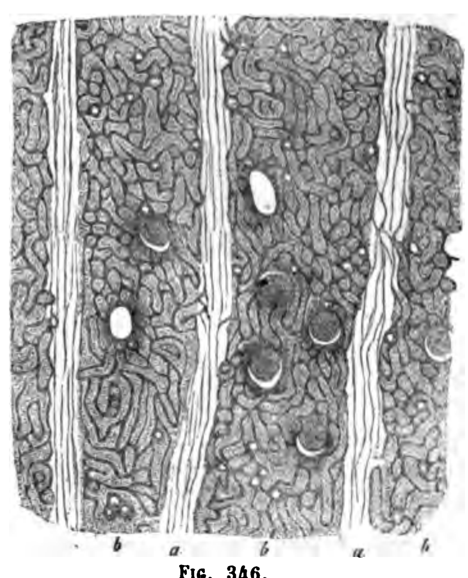


Fig. 346.

Les *corpuscules de Malpighi* qui donnent naissance aux canalicules urinifères, sont disséminés dans toute l'épaisseur de la substance corticale, depuis les pyramides jusqu'à une distance de 45 µ de la surface du rein, et dans les cloisons de Bertin jusqu'à une scissure rénale. Ils sont si nombreux et répartis si régulièrement autour des lobules de l'écorce, qu'une section verticale à travers la substance corticale montre toujours, entre deux lobules, une traînée rouge formée par les corpuscules (fig. 345). En général, chaque traînée est composée d'une petite artériole portant deux à quatre séries irrégulières de corpuscules, dont les uns appartiennent à l'un des lobules, les autres à l'autre. Des notions plus précises sur les rapports mutuels des éléments de l'écorce sont fournies par des sections perpendiculaires aux rayons médullaires (fig. 347); elles montrent que chaque

Fig. 346. — Portion de l'écorce d'un rein de porc ; section verticale. Faible grossissement. — *a*, irradiations médullaires ; *b*, substance corticale proprement dite, avec canalicules tortueux et corpuscules de Malpighi, dont huit sont visibles.

lobule cortical est, en général, entouré de quatre faisceaux de vaisseaux (artères et veines interlobulaires), et que les corpuscules de Malpighi, dans chaque section, se trouvent ordinairement au nombre de 2 à 5 dans la portion de substance corticale proprement dite appartenant à chaque rayon médullaire. Mais ces sections montrent de plus que, malgré la répartition régulière des vaisseaux interlobulaires, la substance corticale proprement dite forme cependant une masse continue à travers toute l'écorce d'un lobule rénal. Ainsi, l'opinion de ceux qui nient l'existence de lobules dans le rein, comme dans le foie, est en quelque sorte justifiée. Mais il ne faut pas oublier que, dans le rein, les canalicules urinifères de deux lobules voisins, malgré l'absence de toute limite précise, n'ont cependant absolument rien qui les unisse; tandis que dans le foie, les cellules hépatiques et les capillaires biliaires se continuent entre eux dans toute l'étendue de l'organe.

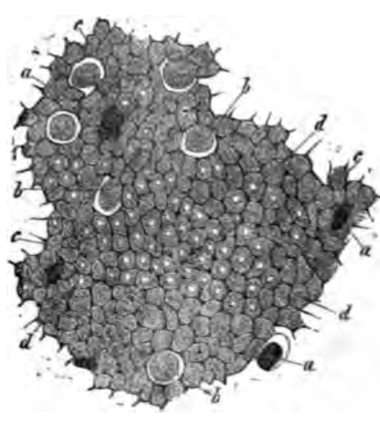


FIG. 347.

§ 181. **Trajet des canalicules urinifères en particulier.** — Lorsque Bowman eut démontré que les corpuscules de Malpighi sont unis aux canalicules urinifères tortueux, rapport dont, avant lui, quelques auteurs seulement avaient une vague idée, on croyait généralement être parfaitement renseigné sur le trajet des canalicules du rein, et l'opinion générale était que les canalicules tortueux de l'écorce se continuent simplement avec les tubes droits de la substance médullaire et des pyramides, et qu'après s'être unis plusieurs fois deux à deux dans la portion inférieure de ces dernières, ils s'ouvrent par de gros troncs, à la surface des papilles, dans les calices. Comme sur beaucoup d'autres points, la vraie solution n'avait point encore été trouvée, et c'est le mérite de Henle d'avoir provoqué de nouvelles recherches sur la structure du rein, et d'avoir établi plusieurs faits nouveaux de la plus haute importance. Parmi ces faits, il faut signaler en première ligne la découverte de nombreux canalicules recourbés en anse, qui sont situés dans les pyramides et que j'ai appelés *canalicules de Henle*, et ensuite la preuve que les canalicules urinifères se bifurquent fréquemment dans l'écorce elle-même. Si Henle a été moins

FIG. 347. — Section transversale d'un faisceau cortical et des parties voisines d'un rein de porc injecté par les veines. Faible grossissement. — *a*, veines interlobulaires, qui entourent ici au nombre de cinq, le faisceau cortical; *b*, corpuscule de Malpighi; *c*, canalicules urinifères tortueux, sans lumière distincte; *d*, canalicules urinifères dont la lumière est visible (canaux collecteurs), formant dans l'axe du faisceau un cordon compact ou rayon médullaire. Les lignes réticulées sont des capillaires dont on voit dans le rayon médullaire surtout des coupes transversales, attendu que la plupart sont parallèles à l'axe du faisceau.

heureux quand il a exposé le mode d'union des éléments glandulaires du rein, il sera pourtant toujours cité comme l'anatomiste qui a inauguré une connaissance plus exacte du trajet des canalicules urinifères.

Dans le peu d'années qui se sont écoulées depuis la publication du travail de Henle (1863), il a paru un nombre si considérable de recherches sur le rein, qu'il serait à peine possible de marquer la part qui revient à chaque investigateur dans l'acquisition de chaque fait spécial; je me bornerai donc à décrire rapidement ce que les travaux des autres et les miens nous ont fait connaître sur le sujet en question.

Si, nous guidant d'après une figure schématique aussi conforme que possible à la nature (fig. 348), figure qui, sous une forme plus ou moins analogue, a été tracée déjà par plusieurs autres anatomistes (Ludwig et Zawarykin, Roth, Schweigger-Seidel, Odenius), nous jetons un coup d'œil sur le trajet des canalicules urinifères, voici ce que nous trouvons : les canalicules urinifères, abstraction faite des corpuscules de Malpighi, se divisent en deux groupes principaux, dont l'un est formé par les *canalicules sécréteurs*, les autres par les *canalicules excréteurs*. Les premiers, d'après tout ce que nous savons, sont seuls ou de beaucoup le plus intimement en relation avec la composition de l'urine, tandis que les autres sont plutôt de simples canaux d'écoulement. Mais dans chaque groupe il y a certaines variétés plus ou moins importantes. Ainsi, les canalicules sécréteurs présentent,

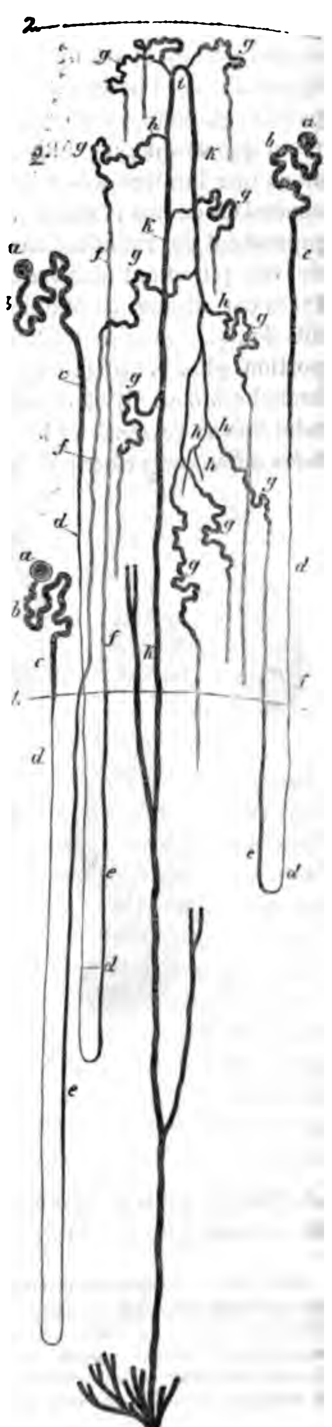


FIG. 348.

FIG. 348. — Figure schématique du trajet des canalicules urinifères, tracée aussi exactement que possible d'après des injections du rein de porc. Grossissement de 6 fois en longueur et de 10 fois en largeur. 1, limite entre l'écorce et la substance corticale. 2, surface du rein. — *a*, corpuscules de Malpighi; *b*, portion très-flexueuse des canalicules tortueux proprement dits; *c*, portion plus rectiligne de ces canalicules; *d*, tubes de Henle fins; *e*, tubes de Henle plus gros; *f*, tubes collecteurs les plus fins; *g*, canaux de communication; *h*, prolongements de ces derniers qui se réunissent entre eux pour former les gros tubes collecteurs de l'écorce *k*; *i*, arcs de ces tubes collecteurs. Dans l'écorce, on a représenté l'union des branches descendantes de tubes collecteurs semblables.

soit des tubes d'une certaine largeur, avec un épithélium épais, grenu, auquel paraît appartenir surtout la formation de certaines parties constituantes de l'urine, soit des tubes plus étroits, à cellules plates, pauvres en contenu et dont les parois ne peuvent guère fonctionner autrement que comme des filtres. Parmi les canaux excréteurs, bien que tous aient une lumière assez large et un épithélium transparent, il y en a cependant de fins et de gros, de droits et de tortueux ; il y a des régions qui présentent des ramifications et d'autres qui en sont dépourvues. Au point de vue purement anatomique, les *canalicules sécréteurs* comprennent : 1° les corpuscules de Malpighi (*a*) ; 2° les canalicules tortueux proprement dits (*bc*), qui se divisent à leur tour en une portion très-tortueuse (*b*) et une portion plus rectiligne (*c*), et 3° les *anses* de Henle, composées d'une branche *mince* (*d*) et d'une portion plus large (*e*), que j'appellerai les *tubes minces de Henle* et les *gros tubes de Henle*. Les *conduits excréteurs* ou *tubes collecteurs* présentent les segments suivants : 1° les *tubes collecteurs les*

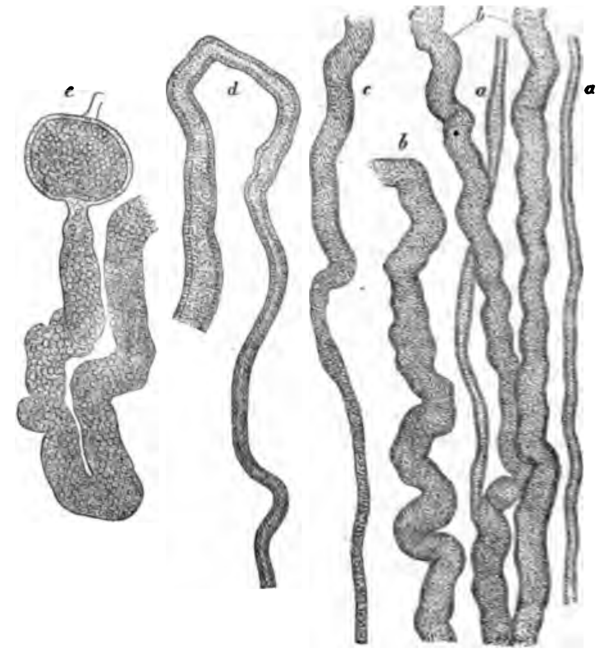


Fig. 349.

plus fins (*f*), qui sont la continuation des *gros tubes de Henle ;* 2° les *canaux de communication* (*g*), tubes plus larges, tortueux, qui s'unissent entre eux

Fig. 349. — Canalicules urinifères de l'écorce d'un rein de porc, isolés au moyen d'acide chlorhydrique concentré (1 partie d'acide pour 2 parties d'eau). Grossissement d'environ 100 diamètres. — *a*, tubes collecteurs rectilignes très-fins ; *b*, prolongement droits des canalicules tortueux ; *c*, un de ces prolongements se continuant avec un tube de Henle fin ; *d*, continuité entre un tube collecteur très-fin et un canal de communication ; *e*, corpuscule de Malpighi, se continuant avec un canalicule urinifère tortueux.

par des prolongements généralement plus fins (*h*), pour former : 3° les *gros tubes collecteurs de l'écorce* (*k*) et s'y terminent. De ces derniers chacun forme, dans le rayon médullaire d'un faisceau cortical, un *arc* très-allongé (*i*), dont l'extrémité est plus ou moins rapprochée de la surface du rein. Les branches efférentes de ces gros tubes collecteurs se réunissent déjà à angle aigu, dans une foule de cas, au sein de l'écorce, et se continuent directement avec les tubes collecteurs des pyramides, où elles s'unissent fréquemment entre elles, particulièrement dans les papilles, et constituent en définitive un petit nombre de *conduits papillaires*.

Laissant de côté les corpuscules de Malpighi, dont la description sera donnée avec celle des vaisseaux, nous commencerons notre examen par celui des *canalicules tortueux* (fig. 348, *bc;* 349, *eb;* 350, 1). Ces tubes sont les canalicules irrégulièrement tortueux que l'on connaissait depuis longtemps, que l'on croyait constituer exclusivement la substance corticale proprement dite, et qui, en effet, d'après les recherches récentes, en forment la partie essentielle. Ils naissent, par une portion rétrécie, d'un corpuscule de Malpighi (fig. 349, *e*), et forment constamment au voisinage de ce corpuscule, en décrivant un nombre indéterminé de circonvolutions, un peloton tantôt serré, tantôt lâche, qui ne demande point une description plus détaillée. Du reste, ces canalicules se distinguent par leur diamètre considérable (42 à 68 μ chez l'homme et le porc), leur lumière étroite, leur membrane propre ténue et par le volume, la conformation de leur épithélium ; il est hors de doute que c'est là la partie la plus importante, la partie uropoïétique du rein. Pour ce qui est d'abord des cellules épithéliales de ces canalicules, ce sont des éléments extrêmement délicats et destructibles; on ne peut les voir dans leurs connexions naturelles que sur des reins très-frais et dans les liquides inoffensifs que l'on connaît; ce sont des cellules finement granulées et pâles, limitées par des contours très-fins et entourant une lumière étroite. Sur des reins moins frais, tels que ceux qu'on peut se procurer presque exclusivement sur l'homme, ou après addition d'eau ou d'un liquide nuisible, on trouve constamment les limites des cellules et la lumière du canal effacées, et les canalicules tortueux remplis complétement par un contenu foncé et granulé, dans lequel les noyaux distribués

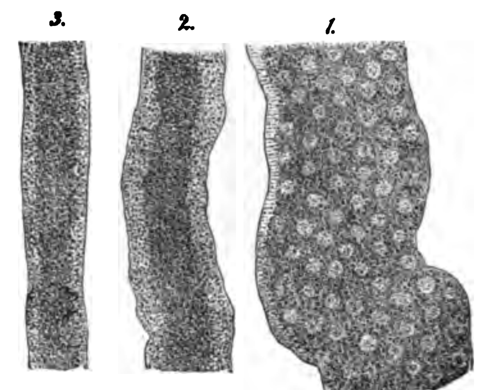


FIG. 350.

FIG. 350. — Canalicules urinifères de l'écorce d'un rein de porc, isolés au moyen de l'acide chlorhydrique. Grossissement de 400 diamètres. — 1, canalicule tortueux ; 2, tube collecteur large ; 3, tube collecteur mince.

avec régularité indiquent seuls encore leur état primitif (fig. 350). Très-souvent il existe aussi dans l'épithélium de ces canalicules des granulations graisseuses de différents volumes et en proportions diverses, mais

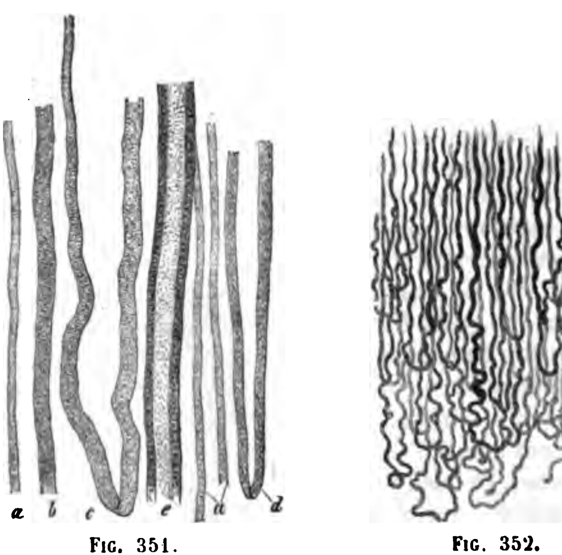


FIG. 351. FIG. 352.

chez l'homme, je ne puis considérer ces granulations comme des formations normales que dans la période d'allaitement, bien que leur existence en un petit nombre chez l'adulte soit un fait assez fréquent.

Tous les canalicules tortueux, après un trajet plus ou moins long, se continuent avec des canalicules droits (fig. 348 *c*, 349 *b*) qui, à part un diamètre un peu moindre (de 38 à 42 μ), ont exactement la même structure: mais ils en diffèrent par leur siége, car ils émergent de la substance corticale proprement dite et s'appliquent contre la surface des irradiations médullaires de chaque faisceau cortical. De ces extrémités droites des canalicules tortueux, dont la longueur est souvent très-considérable, partent ensuite directement les *tubes en anse* ou de Henle, comme je les appelle (fig. 349, *c*), lesquels représentent incontestablement une des parties les plus remarquables du rein, et qui excitent la curiosité aussi bien au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique (fig. 318, *de*; 351, *abcd*). Si on les considère en totalité, et si l'on observe qu'à une de leurs extrémités, c'est-à-dire dans leur grosse branche ascendante ou gros tube de Henle, ils reprennent la structure des tubes tortueux, on pourra se croire autorisé à les envi-

FIG. 351. — Canalicules urinifères des pyramides du porc, isolés au moyen de l'acide chlorhydrique. Grossissement de 100 diamètres. — *a*, tubes de Henle fins; *b*, tubes de Henle plus gros; *c*, anse de Henle, formée par un canalicule d'un certain volume, et dont une des branches se continue avec un tube de Henle fin; *d*, anse de Henle formée, au contraire, par un tube fin; *e*, tube collecteur.

FIG. 352. — Canalicules en anse de Henle, remplis d'infarctus calcaires. Pris sur une papille rénale de l'homme. La section a été traitée par la soude caustique diluée. Grossissement de 23 diamètres.

sager comme des prolongements spéciaux des canalicules sécréteurs ou tortueux en général, mais dont la structure et le trajet semblent indiquer des fonctions toutes spéciales. Quant à leur siége, ces tubes appartiennent aux irradiations médullaires de l'écorce et puis aux pyramides, et pour ce qui est de leur trajet, ils cheminent tantôt en ligne directe, à la manière des tubes droits, tantôt en ondulant légèrement, et s'étendent dans les pyramides, quelquefois jusque dans les papilles (fig. 352, 354); quelquefois aussi ils se réfléchissent plus haut, soit dans la portion moyenne ou supérieure des pyramides, soit même près de leur limite. Naturellement le nombre des anses est égal à celui des corpuscules de Malpighi; mais il dépasse de beaucoup celui des tubes droits des pyramides, dont l'augmentation de largeur dépend en partie de la présence de ces canalicules. Relativement à leur nombre comparé à celui des tubes droits, des sections transversales des pyramides (fig. 353, 354) donnent les meilleurs renseignements.

Eu égard à la *structure* et au *volume* relatif des tubes en anse, on peut les diviser en deux segments, qui toutefois ne répondent pas exactement aux deux branches de ces anses, un segment *mince* et un segment *large*. Le premier est la continuation directe de la portion rectiligne des canalicules tortueux, et conséquemment son origine est située dans l'écorce ; mais il est 3-4 fois plus mince (9-15 μ de largeur chez l'homme et le porc) et tout autrement constitué. Ces *tubes de Henle minces* (fig. 355, 1, 2), en effet, possèdent une membrane propre relativement épaisse, à double contour, une large lumière et un épithélium pavimenteux *transparent, aplati*, de sorte qu'ils diffèrent très-notablement des autres canalicules urinifères, mais sont difficiles à distinguer des nombreuses petites artères et veines rectilignes des pyramides. Un peu plus tôt ou un peu plus tard, ces canalicules deviennent de nouveau deux ou trois fois plus larges (de 23-28 μ) et représentent alors les *gros tubes de Henle* (fig. 355, 3), qui, par leur épithélium et la disposition de leur lumière, ressemblent de nouveau aux tubes tortueux, avec cette différence que leur lumière est beaucoup plus nette; évidemment ils représentent, comme ces derniers, de véritables canalicules sécréteurs. Quant à la

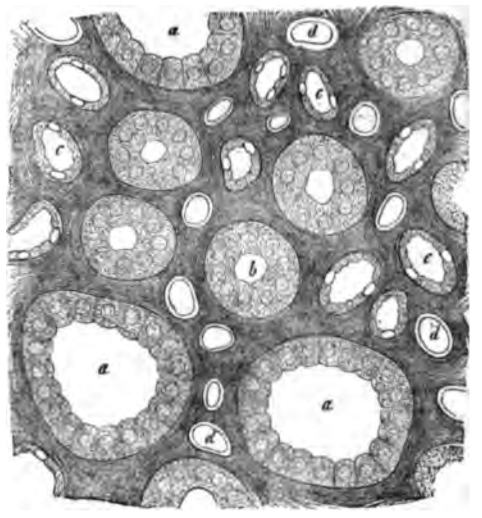


Fig. 353.

Fig. 353. — Section transversale de la base d'une papille d'un rein de porc. Grossissement de 400 diamètres. — *a*, gros tubes collecteurs ; *b*, gros tubes de Henle ; *c*, tubes de Henle minces ; *d*, vaisseaux.

part que prennent les deux espèces de canalicules dans la formation de l'anse totale, on trouve réalisées toutes les variétés possibles : tantôt chacune des deux espèces forme une des branches de l'anse, et tantôt l'une ou l'autre a la prépondérance. Il y a donc des points de réflexion ou des anses proprement dites avec des branches inégales (fig. 348), et d'autres qui sont complétement formées par les tubes de Henle minces ou par les gros tubes de Henle (fig. 351, *cd*, 355, 1, 3).

Les portions larges des tubes de Henle rétrogradent dans les pyramides jusqu'à la limite de ces dernières, et parvenues dans la substance corticale, se continuent avec les *plus fins tubes collecteurs* (fig. 348 *f*, 349 *a*), qui ont à peu près le même diamètre qu'eux, c'est-à-dire 19-27 μ, et se dirigent vers la surface réunis en faisceaux dans l'axe des rayons médullaires. Mais ces tubes collecteurs fins ne restent pas réunis dans toute la longueur des rayons médullaires ; au contraire, *dans toute la hauteur* de l'écorce, ils passent dans la substance corticale proprement dite, où ils se continuent avec les *canaux de communication* (fig. 348 *g*, 349 *a*). Ces derniers ont essentiellement la même structure que les autres tubes collecteurs, mais ils s'en distinguent par leur trajet tortueux et ressemblent, à cet égard, aux véritables canalicules urinifères tortueux, dont ils sont aussi les analogues par le diamètre (39-46 μ). En général, cependant, les canaux de communication sont moins tortueux ; leurs flexuosités sont moins arrondies, elles sont fréquemment comme anguleuses ou noueuses, parfois aussi garnies de dépressions en cul-de-sac. Quant à leur siége, ces canaux se rencontrent dans *toutes* les parties de l'écorce, mêlés aux canalicules tortueux proprement dits dans les portions de substance corticale qui enveloppent les rayons médullaires ; mais il n'est pas rare de trouver leurs commencements dans les rayons médullaires eux-mêmes.

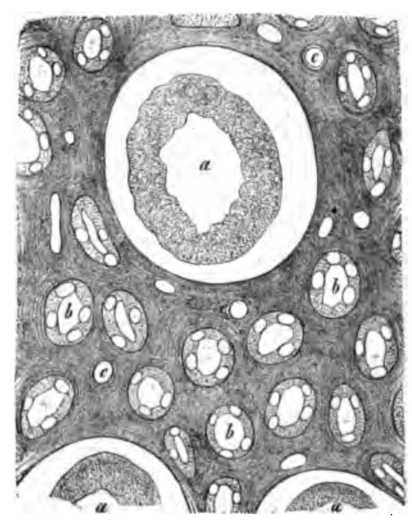


FIG. 354.

Les canaux de communication dont il vient d'être question conduisent aux *plus gros tubes excréteurs ou collecteurs*. Ceux-ci forment, d'une manière générale, un système de tubes rectilignes, qui se réunissent deux à deux, à angle aigu le plus souvent, et s'ouvrent, en définitive, par un petit nom

FIG. 354. — Section transversale du sommet d'une papille d'un rein de porc. Grossissement de 400 diamètres. — *a*, tubes collecteurs ; *b*, tubes de Henle fins ; *c*, vaisseaux sanguins.

aux à la surface des papilles. On croyait autrefois que ces ersent isolément l'écorce, et ne se réunissent entre eux que amides. Mais les observations de Henle et de ceux qui l'ont ontré qu'ils commencent déjà à se réunir dans l'écorce. Si l'on trajet des tubes collecteurs dans la direction des pyra- 'écorce, on reconnaît que chaque conduit papillaire avec ses présente un arbre très-rameux, avec cette particularité que ions se trouvent principalement nts, à l'extrémité inférieure du a couronne, c'est-à-dire, en re- rein, dans les papilles et dans ıdis que les portions moyennes ın moins grand nombre de rami- ıs régions de l'écorce où se font ions ou réunions ont une dispo- ıle. D'abord, beaucoup des tubes qui ont passé dans l'écorce pré- s cette substance une ou deux à angle aigu, tout à fait comme ılle. En second lieu, chaque tube met en divers points du grand ırcade qu'il forme dans l'écorce *s collatérales* qui, très-minces part à leur origine, se renflent : devenir des canaux de commu- rmi ces branches, les plus remar- celles qui naissent de la convexité s gros tubes collecteurs et qui dans la substance corticale la cielle avec de véritables tubes ı tourbillon de canalicules tor- puis des *branches rétrogrades* ui, le plus souvent, naissent des ofondes des gros tubes collec- ièmement, enfin, chaque arcade une de ses branches une *division* ui, toujours, est située dans les plus profondes de l'écorce (fig. 348, 356) et représente une ırcation.

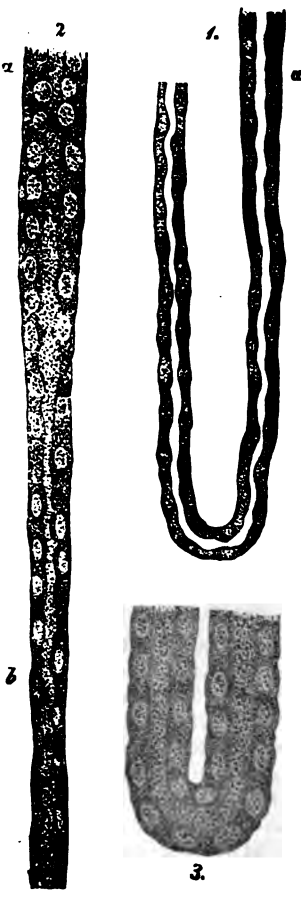


Fig. 355.

s nombreuses sont les divisions dans les papilles (fig. 357). e possible d'en donner une évaluation numérique; on peut

Tubes de Henle d'un rein de porc, isolés au moyen de l'acide chlorhydrique. e 400 diamètres. — 1, anse d'un tube de Henle mince ; 2, passage d'un ube plus fin ; 3, anse formée par un gros tube.

dire seulement que chaque conduit papillaire se divise, au voisinage immédiat de son orifice, en 10-30 branches (voy. Henle, *Splanchn.*, fig. 226). Plus profondément dans la papille, on trouve encore d'autres bifurcations, qui ne font pas non plus défaut dans les portions moyennes des pyramides et même dans leur couche externe, bien qu'elles y soient plus rares.

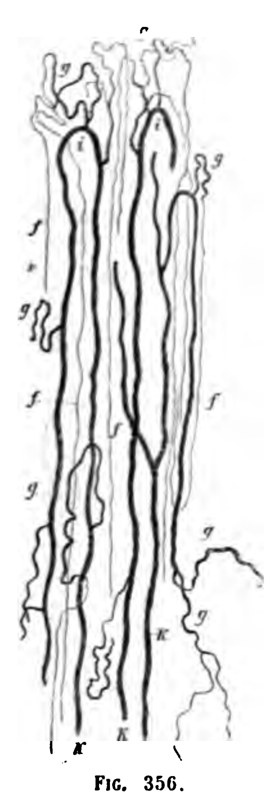


FIG. 356.

Tous les tubes collecteurs, sans exception, se distinguent par un épithélium transparent, formé de cellules parfaitement délimitées et par une lumière relativement large. Dans les petits tubes collecteurs, qui mesurent 42 à 54 μ dans l'écorce, 50 à 66μ dans les pyramides, l'épithélium est pavimenteux et épais de 8 à 12 μ; vers les conduits papillaires, les cellules deviennent graduellement plus épaisses, et se rapprochent plus ou moins de la forme cylindrique, sans pourtant changer de nature, chez l'homme, autant qu'elles le font chez certains animaux (fig. 358). La grande majorité des tubes collecteurs possède aussi une membrane propre de moyenne épaisseur, mais cette membrane disparait vers les conduits papillaires, où l'on ne trouve, ainsi que dans leurs branches principales, d'autre revêtement de l'épithélium que la substance conjonctive du stroma rénal (voy. ci-dessous), comme Beer l'indique avec raison.

La manière dont Henle a décrit les rapports entre les canalicules urinifères, tels qu'ils lui ont semblé résulter de ses recherches, bien que démentie par les faits, conserve néanmoins une certaine importance, d'autant plus que Henle ne l'a pas encore expressément abandonnée. D'après lui, le rein contient deux systèmes de canaux glandulaires, enchevêtrés les uns dans les autres, mais *parfaitement isolés*. L'un de ces systèmes commence par un réseau dans l'écorce, et trouve son écoulement par les canaux droits des pyramides, qui s'ouvrent à la surface des papilles. Les tubes du second système commencent en cæcum dans l'écorce, par les capsules qui enveloppent les glomérules de Malpighi, remplissent de leurs nombreuses circonvolutions les mailles du réseau du premier système, et plongent ensuite en droite ligne et parallèlement aux branches rectilignes du premier système, dans la substance médullaire, pour se réunir *deux à deux* en formant une anse à diverses hauteurs, et même dans les sommets des papilles; ces anses, conséquemment, unissent ensemble deux

FIG. 356. — Tubes collecteurs des portions externes de l'écorce d'un rein de porc, injectés par l'urèthre; mais, pour la clarté de la figure, tous les canalicules injectés n'ont pas été représentés. — Grossissement de 10 diamètres. — *k*, gros tubes collecteurs de l'écorce, avec bifurcation en fourche sur leur trajet et formant en *i* des arcs ou arcades. Sur une des branches de l'arcade, à droite, on voit naître ce dernier par des canaux de communication situés profondément. A gauche, est figurée une branche d'origine semblable, dont l'origine n'est pas visible. *g*, canaux de communication, non également dilatés partout ou n'ayant peut-être pas le même calibre partout; *f*, tubes collecteurs très-fins, qui sont la continuation des plus gros tubes de Henle dans l'écorce.

corpuscules de Malpighi. Le système de tubes en réseau présente dans toutes ses parties des cellules épithéliales transparentes, parfaitement isolées ; les tubes en cul-de-sac du second système, au contraire, en tant que les anses sont contenues dans la portion inférieure des pyramides, renferment un épithélium pavimenteux transparent, aplati ; plus haut, un épithélium épais, granuleux, qui n'est pas divisé nettement en cellules. A cette manière de voir, Henle rattache : 1° la démonstration que certains dépôts pathologiques, tels que les infarctus calcaires et graisseux des papilles et des pyramides, et les cylindres de fibrine ou de gélatine, que Henle a trouvés le premier dans la maladie de Bright (*Zeitschr. f. rat. Med.*, I, p. 68), ont leur siége dans les canalicules en anse, les dépôts d'acide urique des enfants, au contraire, dans les tubes ouverts, et 2° l'hypothèse que les deux systèmes remplissent des fonctions physiologiques différentes, et que les canaux en cæcum servent à sécréter l'eau, les canaux ouverts à leur extrémité, à sécréter les principes constituants essentiels de l'urine.



FIG. 357.

Les communications de Henle donnèrent lieu à un nombre tellement considérable de travaux sur la structure du rein, qu'il est impossible d'en donner ici une analyse. Qu'il me suffise de faire remarquer d'abord qu'aucun des observateurs ultérieurs ne s'est rangé à l'opinion de Henle, relativement à l'existence de deux systèmes de canaux distincts, et ensuite que Ludwig et Zawarykin, puis Schweigger-Seidel, Roth et Odenius ont été les premiers, à mon avis, qui aient interprété exactement, en les complétant, les faits nouveaux trouvés par Henle.

Quant aux détails, les descriptions des nombreux observateurs sont encore extrêmement divergentes. Il est donc nécessaire d'examiner séparément les divers points de la question. Mais avant tout, je dois prévenir que la description qu'on trouve dans le paragraphe ci-dessus, et la critique à laquelle nous allons nous livrer reposent exclusivement sur des recherches personnelles, faites surtout sur le rein du porc, en partie aussi sur celui du chien.

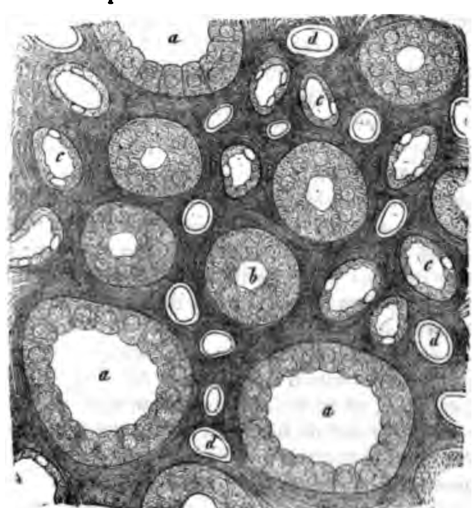


FIG. 358.

Je ferai remarquer d'abord, relativement à la démonstration de la continuité entre *tous* les canalicules urinifères, que cette démonstration peut être faite de diverses façons. Une méthode que j'ai signalée immédiatement après la publication du mémoire de Henle, c'est celle qui consiste à injecter tous les canalicules urinifères par la

FIG. 357. — Quelques canalicules urinifères droits de l'homme, au voisinage d'une papille, d'après une injection de Hyrtl. — *a*, canal d'une certaine largeur ; *bbb*, points de bifurcation. Grossissement d'environ 10 diamètres.

FIG. 358. — Section transversale de la base d'une papille appartenant à un rein de porc. Grossissement de 400 diamètres. — *a*, gros tubes collecteurs ; *b*, tubes de Henle volumineux ; *c*, tubes de Henle fins ; *d*, vaisseaux.

voie des artères, par suite d'*extravasations* produites dans les capsules des corpuscules de Malpighi. Quand cette opération réussit, la matière à injection, sans produire d'épanchements dans le tissu rénal, s'écoule par les orifices des papilles; mais comme les vaisseaux sanguins s'emplissent en même temps, les reins ainsi préparés sont peu propres à l'étude de la texture intime de l'organe. Cette méthode est donc inférieure à l'autre. On ne peut guère recommander davantage l'injection des canalicules urinifères par la voie des artères en se servant de substances colorantes réduites en poudre fine et tenues en suspension dans la gélatine, car cette dernière passant seule dans les canalicules urinaires, les canalicules, sur ces reins, ne ressortent pas assez nettement pour pouvoir être suivis dans tout leur trajet. Dans ces injections, on peut également voir la gélatine s'écouler par l'uretère. — Je dois faire observer, du reste, que quand Henle (*Anat.*, II, p. 316) avance que les matières colorantes, même dissoutes, sont retenues par les capillaires, cette proposition ne s'applique point à tous les cas, attendu que je possède des reins de lapin que Thiersch avait injectés au carmin par les artères et dans lesquels le carmin, en beaucoup de points, a passé *sans extravasation* dans les canalicules tortueux. Chrzonsczewsky a observé le même fait dans ses injections naturelles au carmin.

Les méthodes de beaucoup les meilleures sont celles qui consistent à *isoler les canalicules urinifères* ou *à les injecter par l'uretère*. Pour isoler les canalicules, je me suis contenté de faire macérer des tranches de rein dans l'acide chlorhydrique, moyen recommandé par Henle et employé avec tant de bonheur par Schweigger-Seidel. Je crois cependant avoir obtenu un avantage sur ces auteurs et sur quelques autres de nos devanciers (sauf Roth) en me servant d'un acide qui altère peu l'épithélium des canalicules urinifères; de sorte que les canalicules différaient peu de ceux qu'on obtient par la dilacération d'un rein frais, et permettaient toujours de reconnaître facilement leur état antérieur. Je suis arrivé à ce résultat en douze ou vingt-quatre heures, au moyen de l'acide chlorhydrique fumant étendu de 2-3 parties d'eau; au bout de ce temps, je dilue le liquide avec la même quantité d'eau distillée. Sur des sections traitées de cette façon, la substance conjonctive, mais non les vaisseaux, étant plus ou moins détruite, les canalicules urinifères se dissocient facilement; il suffit le plus souvent d'agiter simplement les fragments longitudinaux et étroits pour que les régions de transition des diverses formes de canalicules urinifères se montrent, soit isolées, soit conservant leurs connexions, quelquefois même unies entre elles. On isole surtout avec facilité les anses de Henle, puis les portions qui servent de moyen d'union entre les canalicules tortueux et les canalicules fins de Henle, les transitions entre les gros tubes de Henle et les plus fins tubes collecteurs de l'écorce, comme aussi les points d'union de ces derniers avec les canaux de communication. Inutile de parler des gros tubes collecteurs de l'écorce et des papilles.

Il est plus avantageux encore d'*injecter les canalicules urinifères* par l'uretère. J'ai pratiqué ces sortes d'injection sur des reins de porc, de chien, de mouton, de cheval et de lapin, au moyen du nouvel appareil de Hering, qu'on ne saurait trop louer, et en employant du bleu de Prusse soluble préparé d'après les données de Brücke, avec ou sans addition de glycérine; sous une pression de 40 à 10^{mm} de mercure, j'ai obtenu d'admirables injections des canalicules. C'est le porc et le chien qui m'ont donné les meilleurs résultats. Chez le premier de ces animaux, on réussit facilement à injecter tous les tubes collecteurs, jusqu'aux plus fins, en se servant de reins frais et augmentant la pression avec précaution; on arrive même à faire pénétrer le liquide dans quelques anses voisines de l'écorce; mais jusqu'ici je n'ai pas été assez heureux pour injecter la totalité ou même la majorité des anses de Henle, non plus que les canalicules tortueux et les corpuscules de Malpighi. Les recherches de Ludwig et Zawarykin et celles de Hertz et Chrzonsczewsky prouvent cependant que la chose est possible. Mais quand on lit que ce dernier auteur, sur 247 reins injectés, n'a trouvé que 36 corpuscules de Malpighi remplis, on peut en conclure que ce résultat est des plus rares. Sur de jeunes chiens de quatorze jours à six semaines, au contraire, j'ai toujours obtenu une injection parfaite, non-seulement de tous les

tubes collecteurs, mais aussi de la grande majorité des tubes et anses de Henle, jusque dans le sommet des papilles (fig. 359), et même de quelques canalicules tortueux isolés. Le lapin et le mouton m'ont paru moins favorables; je dois dire, cependant, que je n'ai fait sur ces animaux qu'un petit nombre d'essais, les autres m'ayant donné de meilleurs résultats. Je n'ai injecté qu'un seul rein de *cheval;* la matière à injection ne pénétra que dans les tubes collecteurs, et nullement dans les anses de Henle.

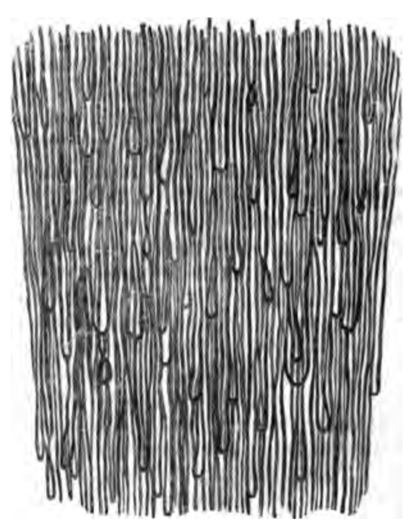


Fig. 359.

Une dernière méthode consiste dans l'*injection naturelle de carmin ou de carmin d'indigo* recommandée par Chrzonsczewsky; ces substances sont poussées dans les veines. Comme, quand on se sert de carmin, les vaisseaux sanguins se colorent aussi, et comme ils ne peuvent en être débarrassés complétement, cette matière colorante se recommande moins que le carmin d'indigo, qui est sécrété *exclusivement* dans les canalicules urinifères. Sur le lapin, on arrive très-facilement à remplir de matière à injection *tous les canalicules urinifères*, y compris *les anses et les corpuscules de Malpighi*, et à fournir ainsi la preuve que les divers ordres de canalicules se continuent entre eux. Ici, cependant, comme dans le foie, ces injections naturelles ne sont jamais aussi belles ni aussi complètes que les injections artificielles par les conduits glandulaires, et comme elles sont beaucoup plus difficiles à faire que ces dernières, on peut assez bien s'en passer.

Abordant les détails, je signalerai d'abord *les bifurcations des gros tubes collecteurs*, et je répéterai de nouveau que, contrairement à la plupart des observateurs, j'ai constaté ces bifurcations dans tous les segments des pyramides, comme aussi à diverses hauteurs de l'écorce; dans cette dernière substance, les plus gros tubes collecteurs présentent çà et là des bifurcations à angle aigu, tout à fait analogues à celles des pyramides. Les ramifications des canalicules urinifères de l'écorce ont, du reste, été mentionnées déjà par beaucoup d'auteurs anciens (voy. J. Müller, *De gland. sect. struct.*), dont les données reposent indubitablement, en partie, sur des observations parfaitement exactes. Néanmoins, c'est Henle qui a eu le mérite de réintroduire dans la science ces ramifications qui, depuis les recherches de Bowman, avaient passé complétement à l'arrière-plan. Il est difficile de décider si dans l'écorce, outre les ramifications des tubes collecteurs, il se trouve aussi des *anastomoses* de ces tubes. Les anciens anatomistes parlent également de ce mode d'union et même, vers l'année 1830, Cayla se basant sur des injections faites par l'uretère, a encore figuré, d'une part, des anastomoses en anse entre les plus gros tubes collecteurs de l'écorce, sous la forme d'arcades étroites, et, d'autre part, des réseaux formés par les branches de ces tubes. Quelque chose d'analogue est mentionné par Henle, dont Chrzonsczewsky et Stein partagent l'opinion. Si j'accorde maintenant volontiers à Henle que les figures qu'il a données (*l. c.*, pl. III, p. 23, 24) se rapportent véritablement à des canalicules urinifères, je dois déclarer, cependant, d'un autre côté, qu'il m'a été impossible jusqu'ici de trouver une seule disposition qui pût

Fig. 359. — Section verticale de la portion moyenne de la pyramide d'un rein de jeune chien injecté par l'uretère. Tous les canalicules qui se montrent si nettement sont de gros tubes de Henle, formant des anses nombreuses, dont on voit quelques-unes continuer avec es tubes fins de Henle. Du reste, quelques-uns de ces tubes se voient aussi sur d'autres points. Faible grossissement.

se rapporter à des réseaux ou des anastomoses des tubes collecteurs; je puis même dire avec certitude que les grandes arcades des tubes collecteurs de l'écorce ne sont pas des anastomoses, attendu que, de même que Odenius (*l. i. c.*, pl. VII, fig. 1 et 2), j'ai vu manifestement, dans beaucoup de cas, l'une des branches de ces sortes d'arcades se résoudre en rameaux terminaux (fig. 356). Quant aux réseaux formés par les branches des canaux collecteurs de l'écorce, bien que mes injections, à en juger par les figures, fussent plutôt plus complètes que celles de Henle et de Chrzonsczewsky, je n'ai pu cependant, en examinant attentivement un grand nombre de coupes, voir quoi que ce soit de ces prétendus réseaux. Je ne prétends pas toutefois les nier d'une manière absolue, et j'admettrais volontiers leur existence si quelqu'un était en état de me montrer un cas probant de cette espèce; seulement il ne faut pas s'appuyer sur des figures comme celles de Chrzonsczewsky (*l. c.*, pl. VII, fig. 2), qui sont de pure fantaisie. Un fait que Henle et Chrzonsczewsky considèrent comme favorable à l'existence des réseaux de tubes collecteurs fins, c'est que dans l'injection des tubes collecteurs de l'écorce on voit parfois la matière à injection se répandre d'un point limité sur des étendues considérables de cette substance; mais ce fait ne s'est jamais présenté à mon observation dans les nombreuses injections heureuses que j'ai pratiquées; je n'ai jamais vu non plus de rein dans lequel certains canalicules urinifères de la surface étaient seuls remplis, sans les rayons médullaires qui s'y rattachaient. Mais j'ai constaté parfois que, dans de bonnes injections, certains points de la surface seuls se colorent d'abord et que de là la masse, semble s'étendre ensuite avec une grande rapidité; dans tous ces cas, cependant, les parties profondes étaient également bien injectées. — Comme pour les réseaux, je me prononcerai à l'égard *des extrémités en cul-de-sac* des canalicules urinifères, dont parlent les anciens (voy. J. Müller, *De gland. secernent. struct.*, pl. XIV), et que, parmi les médecins, Chrzonsczewsky seul mentionne.

Des gros tubes collecteurs de l'écorce naissent, par des canalicules étroits (que Schweigger-Seidel désigne sous le nom de *canaux* de communication), les *canaux de communication* de Roth (pièce intermédiaire, Schweigger-Seidel), que je range, de même que les fins prolongements qu'ils envoient dans l'écorce, ou *tubes collecteurs les plus fins*, avec les canalicules excréteurs, tandis que Schweigger-Seidel les compte parmi les anses de Henle. Mes motifs sont que les deux ordres de canaux ont le même épithélium transparent et la même lumière large que les gros tubes collecteurs, faits que Schweigger-Seidel n'ignore point. Les canaux de communication sont, du reste, des parties très-variables relativement à leur diamètre, à leur trajet, et au nombre de leurs circonvolutions. A certaines descriptions et figures schématiques différentes, j'opposerai qu'on les rencontre à *toutes* les profondeurs de la substance corticale, que tantôt ils sont presque rectilignes, et tantôt fortement ondulés et enroulés en peloton, comme les véritables tubes tortueux, et enfin que leur calibre ne dépasse pas toujours sensiblement celui des canaux collecteurs qui les avoisinent. — Quant aux petits culs-de-sac qu'on rencontre plus ou moins fréquemment, chez certains animaux, sur ces canaux de communication, je me range complétement à l'opinion de Schweigger-Seidel.

Relativement aux anses de Henle, je ferai observer d'abord que Chrzonsczewsky en attribue, sans aucun motif, la découverte à Ferrein, qui, dans son texte, n'en fait nullement mention, et qui, dans sa planche XV, fig. 5, L. M., figure simplement des *inflexions* des canalicules droits, sans aucune trace d'anses véritables. Le seul qui, avant Henle, ait observé et figuré manifestement des anses de canalicules urinifères dans l'écorce, c'est Hassall (*Mikr. Anat.*, pl. LVIII, fig. 1 et p. 428, 429); mais il ne les interprète point convenablement, et c'est à Henle qu'appartient incontestablement le mérite d'avoir donné la première description exacte de ces organes remarquables. Les tubes fins des pyramides qui forment ces anses sont, du reste, connus depuis longtemps (Eisenhardt, *De structura renum*, Berol., 1818; Henle *Allg. Anat.*; Todd-Bowman, *Phys. Anat.*, etc.) et déjà Eysenhardt et Todd-Bowman les ont représentés sur des coupes transversales. Mais avant les nouvelles recherches

de Henle, on les considérait généralement comme des branches des larges tubes collecteurs.

Pour ce qui est de l'existence des canalicules en anse, on peut considérer comme établi que la description de Henle est exacte quant aux points essentiels, et que ces anses se rencontrent, non-seulement dans les portions supérieures des pyramides, mais aussi, et en grand nombre, dans les portions inférieures, jusque dans les sommets des papilles. Les canalicules urinifères isolés au moyen de l'acide chlorhydrique convenablement concentré, et dont l'épithélium est encore reconnaissable, ne laissent déjà plus aucun doute à cet égard. Mais il faut ajouter que l'injection des anses des papilles par l'uretère a réussi à Ludwig et Zawarykin, à M. Schultze et Odenius et à moi. Comme j'ai aussi injecté de nombreuses anses semblables chez le chien, je retire la proposition que j'avais formulée précédemment, à savoir qu'ils font défaut dans les reins des mammifères à pyramide unique. Du reste, beaucoup d'autres anatomistes, après Henle, les ont vus aussi dans les reins des petits mammifères. — Quant à la manière dont les tubes participent à la formation des anses, mes observations concordent parfaitement avec celles de Schweigger-Seidel, à part ce détail, mentionné ci-dessus, que je range déjà parmi les canaux collecteurs les prolongements que les gros tubes de Henle envoient dans l'écorce.

Les tubes fins de Henle ressemblent beaucoup à des vaisseaux sanguins, et sur des pièces préparées au moyen de l'acide chlorhydrique ou sur des coupes la distinction, en effet, est souvent très-difficile. Les meilleurs caractères différentiels de ces canaux sont tirés de la membrane propre et de la facilité avec laquelle l'épithélium se détache. Dans les pyramides, les vaisseaux sanguins d'un certain calibre sont composés d'une mince tunique adventice et d'un épithélium, et ont, par conséquent, une structure analogue à celle de ces tubes; mais jamais je n'ai constaté que cet épithélium se fût détaché; il forme aussi une couche plus mince que dans les tubes de Henle. Tous les petits vaisseaux sanguins des pyramides ont la texture des capillaires, c'est-à-dire sont formés uniquement de cellules très-plates, solidement unies entre elles. La confusion entre les fins tubes de Henle et ces canalicules n'est donc pas difficile à éviter.

Les anses d'Henle constituent une des dispositions les plus surprenantes de la texture du rein, et il suffit d'avoir observé une seule fois une bonne injection de ces anses pour acquérir la certitude que leur importance physiologique ne saurait être minime. Le nombre de ces canalicules est immense, car il est toujours double de celui des corpuscules de Malpighi. D'après mes observations sur le porc, chaque gros canal collecteur qui pénètre dans l'écorce se divise en douze ou seize branches terminales, et comme généralement ces canaux se divisent encore une ou même deux fois à angle aigu dans l'écorce, le nombre des branches terminales peut atteindre le double ou le triple du nombre indiqué. A chaque branche terminale répondent deux tubes de Henle; le nombre de ces derniers est donc trente à soixante fois plus considérable que celui des tubes collecteurs dans la couche limitrophe des pyramides. Au point de vue physiologique, il faut surtout appeler l'attention sur le long trajet à travers des canaux étroits que doit parcourir le produit de sécrétion; d'autre part, il est à remarquer que les tubes fins et les gros tubes de Henle, pourvus d'un épithélium différent, ont probablement des fonctions distinctes. De la connaissance de ces tubes il résulte aussi pour l'anatomie pathologique de nouveaux points de vue relativement à l'explication des troubles ayant leur siége dans des régions diverses du rein.

Pour l'*anatomie comparée du rein*, voyez, parmi les travaux modernes, ceux de Hyrtl, Hüfner et Mecznikow.

§ 182. **Corpuscules de Malpighi.** — Ces corpuscules ont une texture toute spéciale, et doivent être considérés comme les *origines dilatées* des canalicules tortueux, renfermant un plexus vasculaire serré, arrondi, le glomérule de Malpighi, dont la structure sera examinée dans le prochain

paragraphe. La membrane propre qui entoure les canalicules urinifères revêt aussi, légèrement épaissie (1 à 1,8 μ), ces corpuscules (fig. 360 *c*), et quant à l'épithélium, il est certain que la surface interne de la membrane

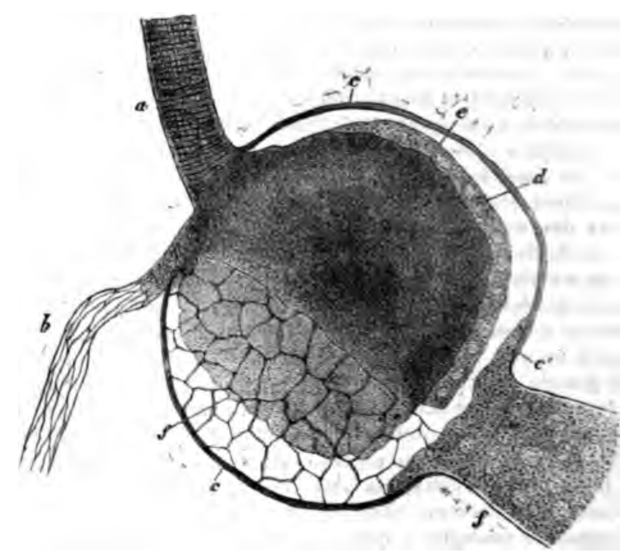


Fig. 360.

en question, appelée aussi capsule de Müller, est tapissée d'une couche simple de cellules polygonales, très-aplaties (fig. 360, *f*). Par contre, on ne sait toujours pas si le glomérule vasculaire lui-même est revêtu également d'un épithélium. Cependant, d'après de nouvelles recherches que j'ai faites, je crois devoir me rallier à l'opinion de ceux qui admettent que le glomérule présente aussi son revêtement complet, formé d'une couche épaisse et simple d'épithélium pavimenteux (fig. 360, *d*).

De chaque corpuscule de Malpighi naît un seul canalicule urinifère tortueux (fig. 349, 360, 363); généralement ce canalicule s'insère sur le corpuscule par une portion rétrécie, une sorte de collet au niveau de la partie opposée à celle qui présente les vaisseaux afférents et efférents. L'épithélium épais, granuleux, qui distingue les tubes tortueux, se retrouve encore dans le col et se termine par un bord net au point où commence la capsule, sans présenter de transition vers l'épithélium aplati de la capsule. Comme le canalicule urinifère qui naît du corpuscule ne présente qu'une

Fig. 360. — Corpuscule de Malpighi d'un rein de porc dont les artères ont été injectées avec une solution de nitrate d'argent à $\frac{1}{4}$ pour 100. Grossissement de 400 diamètres. — *a*, vaisseau afférent, sur lequel on voit les limites, marquées par l'argent, entre les cellules musculaires et les cellules épithéliales; — *b*, vaisseau afférent dont le commencement seul présente des cellules musculaires; — *c*, épithélium de la capsule, coloré par l'argent, et vu de profil; — *c'*, région de la capsule où l'épithélium n'est pas coloré; — *d*, couche graisseuse et à noyaux, reposant sur le glomérule, dont elle recouvre environ la moitié (épithélium du glomérule ?); — *e*, glomérule teinté en brun foncé par l'argent dans une grande partie de son étendue; — *f*, cellules épithéliales de la capsule, vues de face; — *g*, tube tortueux qui en part, dont l'épithélium a pénétré un peu dans la capsule.

:avité très-étroite, et comme il faut admettre que les corpuscules de Malpighi ont remplis presque complétement, du moins chez les mammifères, par le glomérule et par l'épithélium, il s'ensuit qu'il n'y a pas là d'espace notable pouvant loger le produit de secrétion des glomérules.

Le *volume* des corpuscules de Malpighi varie, chez l'homme, entre 130 et 220 μ, chez le porc, entre 180 et 350 μ; généralement les corpuscules es plus gros se trouvent à la limite des pyramides.

Relativement à l'épithélium des corpuscules de Malpighi, il est certain aujourd'hui que la face interne de la capsule est tapissée d'un épithélium pavimenteux rès-délicat, attendu que His et Roth (voy. Roth, *l. c.*, p. 31, fig. 7) ont démontré cet épithélium de la manière la plus nette par des injections de nitrate d'argent dans les artères. J'ai fait la même observation sur le porc (fig. 360), où j'ai trouvé es cellules de 20 à 30 μ de diamètre. On peut aussi démontrer cet épithélium en plongeant un rein dans une solution de nitrate d'argent, comme Chrzonszczewsky l'indique, et d'ailleurs, on le voit, sans employer de sels d'argent, sur de fines ranches d'un rein durci, comme quelques observateurs s'en sont assurés; on peut même trouver les éléments de cet épithélium isolés dans l'intérieur des capsules. La question de l'épithélium du glomérule est bien autrement difficile. Il est certain que, dans beaucoup de cas, on ne peut voir sur ce glomérule aucune trace de cellules, et l'on comprend ainsi que beaucoup d'observateurs, tels que Henle, nient complétement l'existence de cet épithélium. Mais, d'autre part, il n'est pas moins certain que dans d'autres cas on trouve sur le glomérule de grosses cellules. Ce sont ces cellules que j'avais en vue quand, dans la précédente édition de ce livre, je disais qu'entre le glomérule et la capsule, je ne trouve qu'une couche unique de cellules, attendu qu'à cette époque je ne connaissais point les cellules aplaties de la capsule, et ces mêmes cellules, je les trouve dans de nouvelles recherches sur des reins dans les artères desquels on a injecté du nitrate d'argent et qu'on a fait durcir dans l'alcool; j'ai vu des cas où une semblable couche revêtait la moitié et même la totalité, du glomérule (fig. 360). J'ai néanmoins, dans ces observations, reconnu une cause de méprise qu'il est bon de connaître. Il arrive assez souvent, en effet, sur des reins durcis, que l'épithélium des canalicules tortueux pénètre dans les capsules, et se répand dans l'espace entre la capsule et le glomérule, de telle façon que, dans beaucoup de cas, il en résulte une couche membraneuse, qui embrasse en entonnoir une des extrémités du glomérule. C'est ainsi que prennent naissance des apparences qui simulent un épithélium sur le glomérule, et, dans certains cas, il sera difficile de décider ce qu'il en est. Il y a néanmoins deux circonstances qui, malgré ces particularités, me confirment dans l'opinion que le glomérule a son épithélium propre, c'est, d'une part, qu'outre cet épithélium, importé du canalicule urinifère, on rencontre sur le glomérule des couches épithéliales nettement limitées et solidement adhérentes; la figure 360 représente un cas semblable; et, d'autre part, dans certains cas, la couche épithéliale s'étend sur tout le pourtour du glomérule et jusqu'aux petits troncs vasculaires.

Cette manière de voir est confirmée par l'anatomie comparée, car depuis longtemps Carus a démontré d'une façon irrécusable, sur des tritons mâles, l'existence d'un épithélium à la surface du glomérule (fig. 361), et, d'autre part, par l'histoire du développement, puisque Remak a trouvé que les corpuscules de Malpighi résultent d'une invagination des canalicules urinifères tortueux par les vaisseaux bourgeonnants qui peuvent être comparés à une papille muqueuse. En effet, Schweigger-Seidel, sur un fœtus humain de six mois, a positivement observé un double épithélium sur les corpuscules de Malpighi (*l. c.*, pl. III, fig. D); *j'ai fait la même observation sur un embryon de bœuf de deux pouces et demi*, où l'épithélium du glomérule est composé, dans l'origine, de belles cellules cylindriques, et forme une couche de 12 μ d'épaisseur.

Mais comme Schweigger-Seidel ne parvint pas à retrouver cette couche épithéliale chez l'adulte, il est porté à croire que, dans la suite, cet épithélium devient peu distinct, de la même manière que cela a lieu, d'après lui, dans les alvéoles du poumon. A cet égard, je ferai remarquer que le glomérule, s'il n'est revêtu de grosses cellules, est certainement à nu, car, dans tous les cas où la couche ci-dessus mentionnée fait défaut, il présente comme limite une simple ligne très-fine, dans laquelle jamais le sel d'argent ne dévoile des contours de cellules.

Le dernier auteur, Chrzonszczewsky, est d'accord avec ce que je viens de rapporter, et dit avoir constaté très-nettement l'existence d'un double épithélium sur des sections de reins congelés. Dans la figure 3, pl. VIII, de son grand ouvrage, représentant une section traitée par l'acide acétique, une portion des cellules de la capsule me paraît être de l'épithélium du canalicule urinifère qui y a pénétré ; les cellules qui reposent sur le glomérule lui-même me semblent être le véritable épithélium interne.



Fig. 361.

Le mouvement vibratile, à courant dirigé du rein vers l'uretère, que Bowman a découvert dans le col des corpuscules de Malpighi et dans les origines des canicules urinifères, est facile à constater quand on évite d'ajouter de l'eau. Il manque chez les oiseaux (Gerlach croit l'avoir observé une fois sur une poule) et chez les mammifères ; je ne l'ai pas rencontré non plus sur deux suppliciés examinés à ce point de vue. On l'observe, au contraire, sur les serpents, la salamandre, le triton, le bombinator, le bufo, et très-bien chez les poissons; de même, d'après Remak et moi, sur les reins primordiaux conformés comme des reins dans les embryons de lézard. Dans les deux derniers cas, il se trouve aussi dans des canalicules urinifères distants des corpuscules de Malpighi. Sur la grenouille, mes nouvelles recherches me font voir les cils extrêmement longs et tous renversés de telle façon qu'ils ont la direction longitudinale des canalicules urinifères, observations qui ont été faites aussi, indépendamment de moi, dans le laboratoire de Stricker, à Vienne. D'après Mecznikow, il existe chez la grenouille, au delà des canalicules tortueux, une autre région courte dont l'épithélium est également vibratile.

§ 183. **Vaisseaux et nerfs des reins.** — L'artère rénale, si volumineuse, se divise dans la scissure du rein en un certain nombre de branches qui, après avoir fourni aux organes contenus dans le hile, pénètrent dans la substance corticale située entre les pyramides (colonnes de Bertin), en marchant au-dessus et au-dessous des veines rénales. Là, elles se bifurquent un grand nombre de fois et cheminent exactement sur la limite entre les deux substances, de sorte que chaque pyramide est entourée de ramifications artérielles très-nombreuses, qui, en général, ne proviennent que de deux branches principales et ne s'anastomosent point entre elles.

Fig. 361. — Corpuscule de Malpighi du rein d'un *Triton tæniatus* mâle d'après V. Carus. *a*, canalicule séminal ; — *b*, canalicule urinaire ; — *d*, vaisseau afférent ; — *e*, vaisseau efférent ; — *g*, anses vasculaires du glomérule ; — *f*, épithélium qui recouvre le glomérule

De ces ramifications et du côté tourné vers la substance corticale, naissent très-régulièrement, le plus souvent à angle droit, des artères plus petites, qui, après s'être divisées un certain nombre de fois, forment des ramuscules de 135 à 220 μ de largeur; ces dernières marchent en ligne droite, entre les petits faisceaux de la substance corticale, vers la superficie du rein : on pourrait donc les appeler *artères interlobulaires* (fig. 362, *ai*). Ce sont ces artères qui portent les *corpuscules de Malpighi*, et qui, abstraction

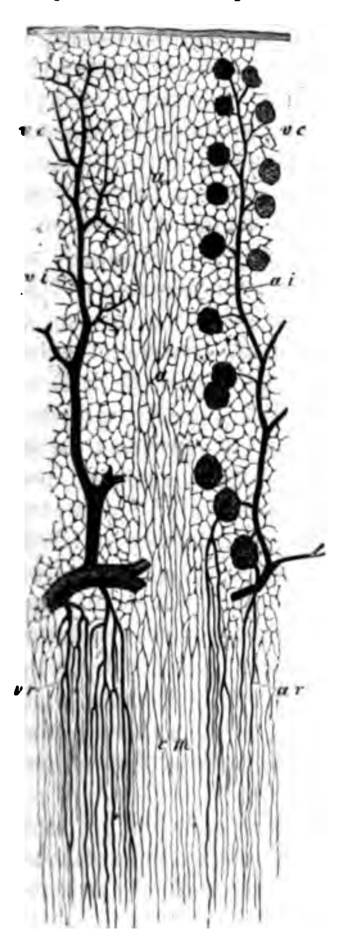


Fig. 362.



Fig. 363.

faite de quelques ramuscules destinés aux enveloppes de l'organe, servent *uniquement à la formation de ces pelotons vasculaires*. En effet, chaque artère interlobulaire fournit, dans toute sa longueur, un grand nombre de petits ramuscules, qui s'en détachent sur deux, trois ou quatre faces. Ces ramus-

Fig. 362. — Vaisseaux de l'écorce et des parties voisines du rein du lapin. Faible grossissement. — *vi*, veine interlobulaire; — *vr*, veine droite; — *vc*, capillaires veineux; — *ai*, artère interlobulaire, portant des corpuscules de Malpighi; — *ar*, artères droites, c'est-à-dire vaisseaux efférents de deux glomérules; — *aa*, capillaires artériels appartenant au cordon médullaire, et se continuant en *cm* avec les capillaires des pyramides.

Fig. 363. — Vaisseau interlobulaire du rein de l'homme, d'après Bowman. — *a*, extrémité de l'artère; *b*, artère afférente; *bc*, glomérule dépouillé de son enveloppe; *d*, vaisseau efférent; *e*, glomérule entouré de la capsule de Müller; *f*, canalicule urinifère naissant des corpuscules. Grossissement de 45 diamètres.

cules, qui ont la structure des artères et dont le diamètre est de 18 à 45 μ, après un court trajet, perforent la capsule d'un corpuscule de Malpighi, soit directement, soit après s'être bifurqués, et constituent le vaisseau afférent du glomérule vasculaire. Chaque glomérule (fig. 363, 364) est formé d'un peloton serré de vaisseaux très-fins, qui ont 9 à 18 μ de largeur, et dont la structure est la même que celle des capillaires (membrane amorphe et noyaux); il reçoit un vaisseau afférent et donne naissance à un vaisseau efférent. Le mode de communication entre ces deux vaisseaux n'est pas celui qu'on observe habituellement entre artères et veines, mais bien celui des réseaux admirables appelés *bipolaires* : chaque artère afférente, en effet, immédiatement après son entrée dans la capsule de Malpighi, se divise en cinq à huit branches, puis chacune de ces dernières en un faisceau de capillaires, qui décrivent de nombreuses flexuosités et s'enlacent étroitement, mais sans s'anastomoser ensemble, et qui convergent enfin vers un tronc unique, de la même manière qu'ils se sont séparés de l'artère afférente. Généralement les deux troncs traversent la capsule très-près l'un de l'autre, et sur le côté opposé à celui d'où part le canalicule urinifère; de sorte que les vaisseaux les plus fins du glomérule, ceux, en quelque sorte, qui forment l'anse de réflexion et qui mesurent 7 à 9 μ de largeur, répondent précisément à l'origine de ce canalicule. Chez les vertébrés inférieurs, on admettait autrefois, avec Bowman, que chaque glomérule est formé d'un vaisseau *unique*, extrêmement flexueux. Mais Hyrtl a montré que chez les plagiostomes, les chimères, les esturgeons et les cyclostomes, ces glomérules étaient constitués comme chez l'homme et les mammifères; on devra donc soumettre les autres animaux à de nouvelles investigations. Du reste, Bowman ne dit pas que le vaisseau afférent, chez les oiseaux et les amphibies, ne se ramifie jamais, mais seulement qu'il se ramifie *rarement*.

Les *vaisseaux efférents*, bien que naissant des capillaires, ne sont pas encore des veines : ils ont la signification et en quelque sorte aussi la structure des artères, et se perdent dans le *réseau capillaire* du rein, qui a son siége dans la substance corticale et dans les pyramides, mais qui présente dans ces deux régions quelques légères différences. Dans la première (fig. 362), les vaisseaux efférents, qui ont 9 à 18 μ de largeur, aboutissent, après un court trajet, à un riche réseau capillaire de 4,5-9 à 13 μ de diamètre, réseau qui, en *première ligne*, forme des mailles allongées autour des canalicules des rayons médullaires, et qui se continue ensuite directement avec un *second réseau* de capillaires un peu plus larges, dont les mailles polygonales, mesurant de 11 à 33 μ, enveloppent de toutes parts les canalicules flexueux, et comme de ce dernier naissent les radicules veineuses, on peut le considérer comme le *réseau capillaire veineux*. A cette disposition font exception seulement les vaisseaux efférents des glomérules situés au voisinage immédiat des pyramides de Malpighi; ces vaisseaux, qui se distinguent par leur diamètre plus considérable (22 à 35 μ), se distribuent, non dans la substance corticale, mais dans les pyramides;

font remarquer également par l'étendue de leur trajet, ainsi que petit nombre de leurs ramifications : je les appellerai avec Arnold *arté-troites* (fig. 362, *a r*; 364, *e f*). Sur toute la iérie des pyramides, ils s'engagent direc-t entre les tubes de Bellini, descendent au voisinage des papilles, en se bifur-plusieurs fois à angle aigu et en s'amin-t jusqu'à 9 à 22 μ; ils forment enfin le capillaire des papilles et de la substance laire. Les vaisseaux de ce réseau ont 7 de diamètre, et produisent des mailles ar leur largeur et leur forme allongée, se guent nettement de celles du réseau de stance corticale, bien que les deux ré-se continuent l'un avec l'autre sur la li-les pyramides.

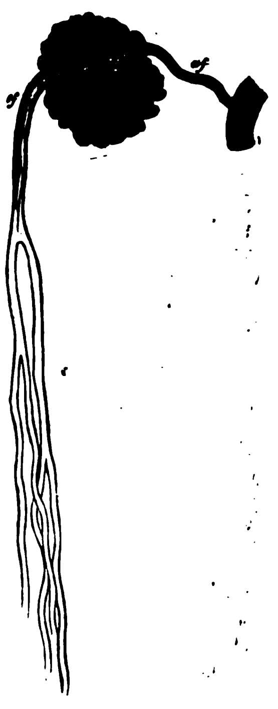


Fig. 364.

veines rénales naissent en deux régions : urface de l'organe et au sommet des s. Des portions les plus superficielles du capillaire du rein partent de petites les veineuses, dont les unes entourent ré-ement les divers lobules de la substance ale et se réunissent comme les branches étoile (*étoiles de Verheyen*) pour former eines un peu plus grosses, tandis que d'au-étendent sur plusieurs lobules à la fois pour tuer des troncs plus volumineux. Ces deviennent ensuite interlobulaires et s'engagent dans la pro-ur, où elles cheminent à côté des artères correspondantes, entre sceaux de la substance corticale. Dans ce trajet, elles reçoivent un nombre de petites radicules veineuses qui naissent, dans l'inté-de la substance corticale, du réseau capillaire entourant les cana-s tortueux; elles s'ouvrent dans les gros troncs, le plus souvent à droit, soit directement, soit après s'être réunies en veines un peu plus ineuses. Ces troncs veineux sont situés à côté des grosses artères, r des pyramides, sont unis entre eux, d'après Henle, par des ana-ses, et se jettent enfin dans de grosses veines, dépourvues de val-comme toutes celles du rein, et qui sortent de l'organe avec les artères : a qu'une veine pour chaque artère. Mais avant de quitter le rein, reçoivent encore les veines des colonnes de Bertin et *celles des pyra-* ; celles-ci naissent en partie d'un élégant réseau capillaire entourant

364. — Glomérule de la portion la plus interne de la substance corticale du cheval, Bowman. — *a*, artère interlobulaire; *af*, artère afférente; *mm*, glomérule de Mal-*ef*, vaisseau efférent ou *artériole droite*; *b*, divisions de cette dernière dans la sub-médullaire. Grossissement de 70 diamètres.

les ouvertures des canalicules urinifères des papilles, en partie par des anses, c'est-à-dire en continuation directe avec les extrémités des artères droites; elles reçoivent, pendant leur trajet ascendant entre les tubes droits, de petites radicules qui les renforcent; puis, réunies en faisceaux considérables avec les vaisseaux efférents des glomérules les plus internes ou artérioles droites, qui sont situés surtout entre les pyramides de Ferrein, elles s'ouvrent dans les rameaux plus considérables qui forment des arcs de cercle autour des pyramides. Le réseau veineux de la surface des papilles communique, du reste, non-seulement avec les veines droites, mais encore avec les veines des calices, et représente ainsi un intermédiaire entre les veines externes et les veines internes.

Les *artères des enveloppes rénales* naissent en partie de l'artère rénale, avant son entrée dans le hile, et des artères capsulaires et lombaires, en partie des artères interlobulaires; ces dernières, après avoir fourni les rameaux des corpuscules de Malpighi, émettent çà et là quelques ramuscules destinés à la capsule fibreuse du rein, dans laquelle ils forment un réseau capillaire à larges mailles, qui se prolonge également dans la capsule dite *adipeuse*.

Les *lymphatiques* du rein ont été étudiés avec soin par Ludwig et Zawarykin, qui ont constaté que l'intérieur de cet organe et aussi son enveloppe sont riches en vaisseaux lymphatiques. Pour ce qui est de l'intérieur, c'est surtout dans l'écorce qu'on trouve des espaces lymphatiques largement anastomosés entre eux et entourant tous les canalicules flexueux, c'est-à-dire situés entre les vaisseaux sanguins et les canalicules urinifères. Ces voies lymphatiques sont rares dans les rayons médullaires de l'écorce, et dans la substance médullaire on ne les rencontre guère que dans l'épaisseur des faisceaux vasculaires des vaisseaux droits. Les espaces lymphatiques de l'écorce communiquent avec des espaces analogues contenus dans la tunique fibreuse de l'organe, et de ces derniers partent quelques troncs afférents superficiels. D'autres troncs émergent par le hile, et communiquent, on ne sait comment, avec les voies internes. Chez l'*homme*, divers anatomistes ont observé des lymphatiques superficiels et des lymphatiques profonds, mais sans les étudier d'une manière approfondie. Chez le *cheval*, je trouve les lymphatiques superficiels très-développés; il n'est pas difficile de les injecter en les piquant avec le tube à injection. Mais il m'a été impossible jusqu'ici de me faire une idée bien nette des lymphatiques internes.

Les *nerfs du rein* proviennent du plexus cœliaque du grand sympathique; ils sont assez nombreux et forment un lacis qui entoure les artères. Au niveau du hile, ils présentent encore quelques petits renflements ganglionnaires; on peut les poursuivre, avec les vaisseaux, jusque sur les artères interlobulaires. Mais nous ignorons où et comment ils se terminent.

Les vaisseaux et nerfs du rein sont soutenus par du *tissu conjonctif*, qui, en même temps, sert de *stroma* aux éléments sécréteurs; ce tissu est plus développé dans la substance médullaire que dans la substance corticale.

D'après mes recherches (4e édit.), ce stroma est formé d'un *réseau* extrêmement serré de *corpuscules de tissu conjonctif*, sans tissu conjonctif fibrillaire, et ressemble beaucoup, par conséquent, à la substance conjonctive du système nerveux central, ainsi qu'au réticulum de la rate, etc. Ce réseau est tellement serré qu'il forme, entre les vaisseaux et les canalicules urinaires, des lames continues, pour ainsi dire sans ouvertures, lames qui sont intimement unies notamment avec les vaisseaux. A la surface du rein, le stroma se condense en une membrane, souvent fort distincte, qui n'adhère que lâchement à la capsule fibreuse; cette membrane, qui loge en partie le réseau capillaire superficiel, se continue avec le stroma interne par une foule de prolongements qui partent de sa face profonde.



FIG. 365.

Relativement à la distribution de l'artère rénale, Virchow a émis, il y a quelques années, des idées qui diffèrent notablement des opinions admises antérieurement, celles d'Arnold exceptées. Virchow ne nie pas que les vaisseaux afférents eux-mêmes, ou du moins les capillaires auxquels ils donnent naissance, passent dans la substance médullaire; mais, selon lui, *les artères droites ne sont pas des prolongements de ces artères, mais bien des vaisseaux provenant directement de l'artère rénale*, et cela par des branches qui ont aussi des rameaux supportant des glomérules. A cela j'opposerai : 1° qu'on ne saurait révoquer en doute, tant chez les mammifères que chez l'homme, que tous les glomérules qui sont au voisinage de la substance médullaire envoient leurs vaisseaux efférents dans cette substance, sous la forme de véritables artères droites; ce fait, je puis le montrer à chacun sur des pièces ; 2° que même chez l'homme, les artères droites se présentent, dans un rein sain, en très-grand nombre et avec le calibre que je leur ai assigné, tandis que Virchow leur attribue un diamètre de 67 à 90 μ. L. Beale, qui a contrôlé également les assertions de Virchow, reconnaît que la plupart (*most*) des artères droites naissent des corpuscules de Malpighi, bien qu'il prétende, comme Virchow, que beaucoup d'entre elles proviennent directement des artères, ce dont je n'ai pu m'assurer malgré un nombre considérable d'injections que j'ai faites autrefois et récemment. Je serais donc porté à me demander si les *veines* droites, qui, dans de bonnes injections des pyramides, se remplissent toujours partiellement, n'auraient pas donné lieu à une confusion. Quand on injecte l'artère rénale, souvent les glomérules seuls se remplissent, et non les pyramides, qui ne s'injectent, en général, que quand les glomérules étaient déjà remplis préalablement. L'examen microscopique, dans ce cas, ne m'a montré que les objets connus, et point de vaisseaux droits; ces derniers provenaient de vaisseaux sur la nature artérielle desquels il ne pouvait y avoir de doute. Une autre manière de voir relativement aux artères droites est

FIG. 365. — Section transversale de quelques tubes droits de la substance corticale. Grossissement de 350 diamètres, chez l'homme. — *a*, section transversale de canalicules urinifères, dont la membrane propre est seule conservée; *b*, canalicules qui sont encore tapissés de leur épithélium; *c*, tissu interstitiel à noyaux allongés, formé ici en grande partie de vaisseaux non injectés; *d*, cavité dans laquelle se trouvait un corpuscule de Malpighi.

celle de Henle, à laquelle je ne puis pas davantage donner mon assentiment. Henle, à qui s'est rallié plus tard Kollmann, pense que ces artères naissent par confluence des capillaires de l'écorce, et cela parce que, sur des reins dans lesquels la matière à injection avait passé des canalicules urinifères dans les capillaires de l'écorce, il a vu les glomérules vides, les vaisseaux droits injectés. Mais comme les artères droites communiquent avec celles de l'écorce par l'intermédiaire des capillaires des pyramides, la conclusion de Henle n'est pas fondée, outre qu'il n'a pas prouvé que ce qu'il avait injecté n'était pas les veines droites.

Parmi les auteurs modernes, Ludwig s'exprime catégoriquement, quant au rein du porc et du chien, en affirmant que toutes les artères droites proviennent des vaisseaux efférents des glomérules; de même Stein, qui, contrairement à l'opinion de Virchow, appelle encore particulièrement l'attention sur ce fait, que beaucoup de vaisseaux efférents, bien que d'un faible calibre à l'origine, s'élargissent cependant considérablement, avant de se diviser en branches terminales. Schweigger-Seidel, au contraire, pense que les trois opinions mentionnées ont leur raison d'être; mais il ne dit pas à quel degré de fréquence les trois modes d'origine des artères droites se rencontrent. D'autre part, Chrzonszczewsky décrit et figure de très-nombreuses branches de l'artère rénale se rendant dans la moelle et dans l'écorce du rein, chez le chat (*l. c.*, pl. VII, fig. 1); Stein déclare que ce sont des veines. Je dois reconnaître moi-même que sur des reins de chat injectés, je n'ai trouvé aucune trace de la disposition figurée par Chrzonszczewsky, et mon avis est que lorsque les vaisseaux artériels se sont injectés dans une si grande étendue, nécessairement les glomérules auraient dû s'injecter également.

Dans ces derniers temps, on a accordé aux capillaires du rein une attention plus grande que précédemment, et l'on s'est assuré avec facilité que les capillaires des rayons médullaires de l'écorce sont un peu plus étroits et forment d'autres mailles que ceux de la substance corticale proprement dite (Virchow, *l. c.* fig. I, IV; Ludwig et Zawarykin, pl. II, fig. 8; Stein, fig. 13, 4; Chrzonszczewsky, pl. VII, fig. 1; Odenius, Axel Key, *l. c.*). Cette particularité a été étudiée par Stein, qui a fait remarquer avec raison, à mon avis, que les capillaires des rayons médullaires se continuent avec les vaisseaux efférents des glomérules, et que ceux de la substance corticale proprement dite sont en rapport intime avec les veines; d'où résulte ce fait, qui ne manque pas d'intérêt, que la sécrétion des tubes flexueux s'opère aux dépens du sang veineux. Stein a cherché à démontrer quelque chose de semblable pour les pyramides, et il a admis que les tubes collecteurs reçoivent leurs vaisseaux directement des artères droites, tandis que les anses de Henle seraient plutôt alimentées par des capillaires du côté veineux. Ces données, bien que vraisemblables, ne me paraissent pas encore fondées sur des preuves suffisantes.

Encore quelques détails. Sur les vaisseaux efférents du rein de porc, je trouve encore au commencement, et dans une étendue variable, mais toujours courte, une *tunique musculeuse* (fig. 360), tandis que dans leur trajet ultérieur, ils prennent la texture des veines. Les *vaisseaux* des glomérules me paraissent, ainsi qu'à Schweigger-Seidel, mériter un nouvel examen, et présenter bien des particularités s'accordant peu avec le type généralement admis. Ainsi, je crois, comme Hyrtl le décrit pour les vertébrés inférieurs, avoir vu chez les mammifères des cas dans lesquels le vaisseau efférent naissait du tronc du vaisseau afférent, où conséquemment le glomérule représentait un appendice latéral, sans canal de décharge. Au sujet des rameaux capsulaires de l'artère, je ferai remarquer qu'ils sont plus ou moins développés, suivant les animaux, qu'ils ont le calibre le plus considérable chez l'homme et les grands mammifères, et que, comme on le sait depuis longtemps, ils s'anastomosent avec les artères voisines (les lombaires surtout), de sorte qu'après la ligature des artères rénales, les reins peuvent encore être injectés partiellement par l'aorte. La disposition des veines de l'enveloppe et des couches superficielles du rein n'est pas moins variable. Je rappellerai particulièrement les grosses veines horizontales de la sur-

ace du rein du chat, qui reçoivent des veines interlobulaires émergeant de la profondeur de l'organe.

Le *stroma* du rein a été étudié nombre de fois ; mais je crois avoir le premier, dans la quatrième édition de cet ouvrage, fait connaître sa véritable nature. Sur des reins durcis dans l'alcool et dans l'acide chromique, on voit très-bien les réseaux de cellules, et cela sur des sections longitudinales frottées avec un pinceau ; mais on voudra bien considérer qu'il s'agit ici d'un élément très-ténu et difficile à reconnaître. Les corpuscules étoilés de tissu conjonctif sont relativement faciles à voir ; mais il est difficile de s'assurer que les lames, en apparence transparentes, qui les supportent, ne sont composées que des réseaux formés par leurs prolongements ; c'est encore sur de jeunes animaux que la chose est le plus facile. J'ai observé que les plus gros prolongements des cellules sont souvent perpendiculaires à l'axe longitudinal des vaisseaux et des canalicules urinifères, ce qui produit parfois l'apparence d'une gaîne striée transversalement entourant ces organes.

§ 184. **Canaux excréteurs de l'urine.** — L'*uretère*, le *bassinet* et les *calices* sont formés d'une *membrane fibreuse externe*, d'une *couche de fibres musculaires lisses* et d'une *membrane muqueuse*. La membrane fibreuse se compose de tissu conjonctif ordinaire et de fibres élastiques fines ; arrivée aux points où les calices entourent les papilles, elle se continue avec l'enveloppe fibreuse du rein. La *couche musculeuse* est très-évidente dans l'uretère ; elle présente des fibres externes transversales et des fibres internes longitudinales (Henle), auxquelles s'ajoutent des fibres externes longitudinales, sauf à la partie supérieure du canal. Dans le bassinet, les deux couches musculeuses conservent encore la même épaisseur que dans l'uretère ; dans les calices, au contraire, elles deviennent de plus en plus minces, pour se terminer au niveau de l'insertion des calices sur les papilles. Néanmoins, comme l'a très-bien fait observer Henle, les fibres annulaires remontent un peu plus haut, et forment au niveau et un peu au-dessus de la réflexion de la muqueuse sur la papille un *muscle annulaire* de la papille (Henle). La *muqueuse* de tous ces organes est mince, assez vasculaire et dépourvue de glandes et de papilles ; elle se continue, en s'amincissant notablement, sur les papilles rénales, où elle a 11 à 22 μ d'épaisseur, abstraction faite de l'épithélium, et s'unit au stroma interne de ces dernières. L'*épithélium* a de 45 à 90 μ ; il est stratifié et se distingue par les variétés que présentent la forme et le volume de ses éléments, dont les

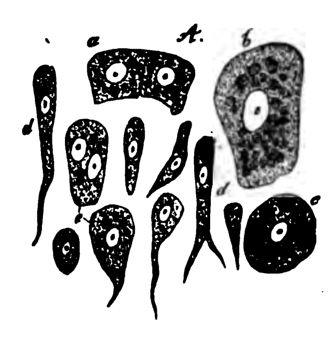




FIG. 366.

FIG. 366. — Épithélium du bassinet de l'homme. Grossissement 350 diamètres. A. Cellules isolées. B. Épithélium en place. — *a*, petites cellules pavimenteuses ; *b*, grosses cellules pavimenteuses ; *c*, les mêmes avec corpuscules en forme de noyau dans leur intérieur ; *d*, cellules cylindriques et coniques des couches profondes ; *e*, formes intermédiaires.

plus profonds sont petits et arrondis, ceux des couches moyennes, cylindriques ou coniques, et mesurant 22 à 45 μ de longueur, tandis que ceux de la surface sont polygonaux ou arrondis, de 13 à 22 μ de diamètre, ou aplatis en forme de lamelles qui ont jusqu'à 45 μ de diamètre. Ces cellules ont cela de remarquable qu'on y rencontre souvent deux noyaux; on y trouve aussi des grains arrondis, transparents, à contours médiocrement foncés, de 2 à 4,5 μ de largeur, qui prennent quelquefois l'aspect de noyaux.

La *vessie urinaire* possède, outre son enveloppe péritonéale, les mêmes tuniques que l'uretère. La membrane musculeuse, dont les faisceaux, d'après Treitz, se terminent souvent par des tendons élastiques, présente, en dehors, une couche de fibres longitudinales (*detrusor urinæ*), formée de faisceaux parallèles, dont quelques-uns se continuent sur l'ouraque. Suivant Luschka, des portions creuses de ce dernier, plus ou moins modifiées, se retrouvent même chez l'adulte. Au-dessous de cette couche, on rencontre un lacis composé de faisceaux obliques et transversaux, plus ou moins gros et circonscrivant de véritables mailles. Cette seconde couche ne couvre pas complétement la muqueuse et se continue, au niveau du col de la vessie, avec le *sphincter interne de la vessie* (Henle). Le *trigone vésical*, dans le bas-fond de la vessie, auquel appartient aussi la valvule vésicale (valvule vésico-uréthrale, Amussat), à l'entrée de l'urèthre, est une couche de fibres d'un blanc jaunâtre, située immédiatement au-dessous de la muqueuse, et continue avec les fibres musculaires longitudinales des uretères qui traversent la couche musculeuse de la vessie; il est formé principalement d'éléments élastiques transversaux; mais on y trouve aussi des fibres longitudinales, du tissu conjonctif et des fibres musculaires lisses. V. Ellis donne à cette couche le nom de *couche musculeuse sous-muqueuse de la vessie*, et prétend qu'elle dépasse un peu le trigone en haut. La *muqueuse vésicale* est pâle, lisse, peu épaisse; excepté au niveau du trigone, elle repose sur une couche sous-muqueuse très-développée : aussi se plisse-t-elle quand la vessie se contracte. On n'y trouve point de villosités; dans quelques cas, cependant, Henle y a trouvé des villosités de 30 μ de longueur; mais les *vaisseaux* y sont très-nombreux, surtout dans le bas-fond et au col. Les *nerfs* sont plus rares dans la muqueuse vésicale; au col et dans le bas-fond, où l'on en rencontre davantage, ils présentent des fibres à bords foncés, d'un calibre très-fin ou moyen. La muqueuse vésicale est couverte d'un *épithélium* stratifié, de 60 à 100 μ d'épaisseur; les éléments les plus profonds de l'épithélium sont en général fusiformes, coniques ou cylindriques; ceux qui les recouvrent sont arrondis, polygonaux ou aplatis. Ces éléments, du reste, sont aussi irréguliers que ceux du bassinet, ce qui dépend surtout des nombreuses dépressions que présente la face inférieure de la couche épithéliale superficielle, dépressions qui servent à loger les extrémités des cellules allongées situées plus profondément, d'où résultent des formes étoilées ou dentelées. Dans le col vésical et vers le bas-fond existent de *petites glandes* en forme d'utricules piriformes, simples ou

agrégées (glandes en grappe simple). Elles ont un diamètre de 90 à 540 μ et une embouchure de 45 à 110 μ de largeur; un épithélium cylindrique les tapisse en dedans, et un mucus transparent forme leur contenu. Dans certains cas pathologiques, d'après Virchow, ces glandules acquièrent çà et là de plus grandes dimensions et s'emplissent d'une matière muqueuse et blanchâtre.

L'*urèthre de l'homme* sera étudié avec les organes génitaux. Celui de la *femme* présente : 1° une *muqueuse* rougeâtre, très-vasculaire, et dont le tissu sous-muqueux, en particulier, renferme des plexus veineux très-développés (que Kobelt a décrits sans motif comme un corps spongieux); elle est tapissée d'un épithélium pavimenteux stratifié, dont les cellules les plus profondes sont allongées, comme dans la vessie; 2° une *couche musculeuse* externe, formée d'une couche mince de fibres lisses longitudinales et transversales, adhérente à la muqueuse et mélangée de beaucoup de tissu conjonctif et de fibres élastiques. Un certain nombre de *glandes muqueuses* en grappe (*glandes de Littre*), plus ou moins grosses, analogues, quant à la structure, à celles de la vessie, mais en général un peu plus volumineuses et plus composées, versent leur produit de sécrétion dans le canal de l'urèthre. Il n'est pas rare de les voir acquérir jusqu'à 5 millimètres de diamètre; elles soulèvent alors la muqueuse, et montrent à leur intérieur une substance colloïde, ou même des concrétions analogues à celles de la prostate.

Étude du rein. — Les canalicules urinifères s'isolent facilement par la dilacération; leur membrane propre, leur épithélium et leur lumière sont très-distincts quand on s'est servi de sérum sanguin ou d'une solution d'albumine pour les humecter. A côté des canalicules entiers, on trouve, dans chaque préparation, de nombreuses cellules épithéliales isolées ou réunies en groupe, ou même, dans les pyramides surtout, en longs tubes continus. On ne rencontre pas moins souvent des fragments plus ou moins étendus de la membrane propre; lorsqu'ils sont fortement plissés, on ne les reconnaît pas toujours au premier abord. En étudiant les pyramides, on évitera de confondre les vaisseaux sanguins, extrêmement nombreux, avec les tubes de Henle. La continuité entre les canalicules urinifères et la capsule des corpuscules de Malpighi est facile à démontrer sur les reins de grenouille et de poisson, qu'il suffit de déchirer; mais chez les mammifères eux-mêmes, on la cherchera rarement en vain en examinant de fines tranches de reins durcis et surtout injectés. Dans ces derniers temps, on s'est servi, pour démontrer ces connexions, d'une série de moyens qui, en même temps, servent à *séparer les canalicules urinifères les uns des autres* et permettent de reconnaître la continuité entre leurs diverses parties : ces moyens sont un mélange de chlorate de potasse et d'acide nitrique (Uechtritz), une solution concentrée de potasse (Moleschott), l'acide chlorhydrique concentré (Henle). Ce dernier réactif, d'après mon expérience, quand il est pas trop concentré (une partie d'acide fumant pour deux ou trois parties d'eau) donne les meilleurs résultats et conserve assez bien l'épithélium. Les glomérules sont souvent injectés naturellement et faciles à reconnaître; mais on les voit beaucoup mieux après une injection artificielle; en poussant une masse fine dans les artères, on réussit presque toujours. Dans ces cas, on injecte en même temps tout le réseau capillaire de la substance corticale et des pyramides, et cette portion de l'appareil circulatoire du rein peut être étudiée très-commodément sur des sections verticales. On étudiera aussi des pièces injectées par les veines, sur lesquelles les réseaux ca-

pillaires seuls, et non les corpuscules de Malpighi, sont remplis; pour l'étude des vaisseaux efférents, il faut se servir de préparations incomplétement injectées par les artères. On peut voir le trajet des canalicules urinifères sur de fines tranches traitées par l'alcool, bouillies dans l'acide nitrique étendu, ou desséchées (Wittich), ou sur des reins durcis par l'acide chromique et rendus transparents au moyen de l'acide acétique, ou enfin sur de fines tranches d'un rein frais ou injecté, obtenues au moyen du couteau double. Ces tranches peuvent servir à montrer les particularités les plus importantes, et même les divisions des tubes de Bellini; mais il sera toujours utile d'injecter les canalicules urinifères, préparation pour laquelle le cheval, le porc et le chien, parmi les mammifères, conviennent le mieux. Pour plus de détails, voy. Ludwig et Zawarykin. Je ferai remarquer seulement que le bleu de Prusse soluble, d'après Brücke, seul ou avec la glycérine, et une pression modérée et continue fournissent les meilleurs résultats. A cet égard, le nouvel appareil de Hering est extrêmement utile; souvent, avec cet appareil, on obtient, en peu de minutes, sous une pression de 30-40 millimètres de mercure, l'injection de tous les tubes collecteurs, dans une grande étendue. Si l'on veut aussi injecter des anses et des canalicules tortueux, il faut prolonger davantage l'injection; mais parfois aussi, même après vingt-quatre heures, on n'obtient aucun résultat.

Bibliographie.—M. Malpighi, *De renibus*, in *Exercit. de visc. struct.*— Al. Schumlansky, *Diss. de structura renum, c. tab.* Argentor., 1782, 4. — W. Bowman, *On the Structure and Use of the Malpigian Bodies of the Kidney*, in *Phil. Trans.*, 1842, I, p. 57. — C. Ludwig, *Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion.* Marburg, 1842, et art. NIERE, in *Wagn. Handw.*, II, p. 628. — J. Gerlach, in *Müll. Arch.*, 1845 et 1848. — Kölliker, in *Müll. Arch.*, 1845. — Remak, in *Fror. n. Not.*, n° 768, 1845, p. 308. — F. Bidder, in *Müll. Arch.*, 1845, et *Untersuchungen über die Geschlechts-und Harnwerkzeuge der Amphibien.* Dorpat, 1846. — J. Hyrtl, in *Zeitschr. d. Wiener Aerzte*, 1846. — C. von Patruban, in *Prag. Viertelj.*, 1847, III. — G. Johnson, art. REN, in *Cycl. of Anat.*, mai 1848. — V. Carus, in *Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, II, p. 61. — v. Wittich, in *Arch. f. path. Anat.*, III, 1, 1849. — V. Hessling, in *Fror. Not.*, 1849, p. 264, et *Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnsecretion.* Iena, 1851. — Frerichs, *Die Bright'sche Nierenkrankheit*, 1851. — Viner Ellis, *On the Musc. Struct. in the Urinary and Certain of the Generat. Org.*, in *Med. Chir. Trans.*, 1857, p. 327. — Virchow, *Bemerk. üb. d. Circulationsverh., in den Nieren*, in *Arch. f. path. Anat.*, XII, p. 310. — C. E. Isaacs, *Zur fein. Anat. d. Niere*, tiré du *New-York Journal*, in *Schmidt's Jahrb.*, 1857, p. 155, et in *Journal de la physiologie*, I, p. 577. — A. Ecker, *Icon. phys.*, pl. VIII. — L. Beale, *On some Points in the Anatomy of the Kidney*, in *Arch. of Med.*, III, p. 225; IV, p. 300. — G. Burckhardt, *Das Epithelium der ableitenden Harnwege*, in *Virch. Arch.*, XVII, p. 122. — A. Beer, *Die Bindesubstanz der menschlichen Niere im gesunden und kraunken Zustande.* Berlin, 1859. — H. de Schmidt, *De ves. ur. collo non exstante atq. d. org. ill. tun. muscul.* Dorpat, 1859. *Diss.* — J. T. M. Schmidt, *De renum structura quæstiones.* Gött., 1860. *Diss.* — Moleschott, *Ein histochemischer und ein histol. Beitr. z. Kenntniss d. Nieren*, in *Unters. z. Naturl.*, t. VIII, p. 213. — V. Ellis, in *Phil. Trans.*, 1869, p. 469. — Hyrtl, *Ueber die Nierenknäuel der Haifische*, in *Verh. d. zool. bot. Ges. in Wien.*, 1861. — A. Meyerstein, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 1862, t. XV, p. 180. — Henle, in *Gött. Nachr.*, 1862, n°s 1 et 7, et *Zur Anatomie der Nieren*, *Gött.*, 1862, extr. des *Abh. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, t. X. — Luschka, *Ueber den Bau des menschlichen Harnstranges*, in *Virch. Arch.*, XXIII, p. 1. — Remak, in *Wien. Sitzungsber.*, t. XLIV, p. 413. — Uffelmann, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, XVII, p. 254. — Hyrtl, in *Wiener Sitzungsber.*, t. XLVII, p. 146. — C. Ludwig et Zawarykin, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XX, p. 185. — W. Krause, in *Gött. Nachr.* 1863. — N. Chrzonszczewsky, in *Virch. Arch.*, t. XXXI, p. 153. — Colberg, in *Med. Centralbl.*, 1863, n°s 48, 49. — Odenius, in *Berlin. Wochenschr.*, 1864, n° 10.

et *Sitzungsber. d. Schwed. Akademie*, 1864, p. 173. — Kollmann, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, t. XIV, p. 112. — M. Roth, *Unters. üb. d. Drüsensubstanz der Niere*, Bern., 1864, *diss.* — H. Hertz, in *Greifswald. med. Beitr.*, t. III, p. 93. — S. Th. Stein, in *Würzb. med. Zeitschr.*, t. VI. — F. Schweigger-Seidel, *Die Niere des Menschen und der Säuger*, Halle, 1865; *Würzb. med. Zeitschr.*, t. VI, p. 151. — Dursy, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXIII, p, 268. — Axel Key, *Om circulations förhallandena i Niuzarne.* Stockholm, 1865. — R. Reger, in *Arch. f. Anat.*, 1864, p. 537. — L. Meczcnikow, in *Gött. Nachr.*, 1866, n° 5. — C. G. Hüfner, *z. vergl. Anat. u. Phys. der Harncanälchen.* Leipzig, 1866, *Diss.* — O. Gampert, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XVI, p. 369. — Voyez en outre les divers traités d'anatomie, en particulier ceux de Henle, Valentin, J. Müller et le mien, les mémoires sur l'histoire du développement, spécialement ceux de Valentin, de Rathke (*Abh. z. Entw.*, II, p. 97), et de J. Müller, *De gland. sec. structura;* enfin les Comptes rendus annuels de Reichert, 1846 et 1849, et ceux de Henle, à partir de 1863.

SECTION II

DES CAPSULES SURRÉNALES.

§ 185. **Description générale.** — Les *capsules surrénales* (glandes surrénales) sont des organes pairs qui, par leur structure, se rapprochent beaucoup des glandes vasculaires sanguines, et dont les fonctions nous sont complétement inconnues. Chacune d'elles se compose d'une *enveloppe* de tissu conjonctif, mince, mais assez dense, qui s'applique intimement sur toute la surface de l'organe, et envoie dans son intérieur une foule de prolongements, par le moyen desquels elle est unie au parenchyme. Celui-ci est formé d'une *substance corticale* et d'une *substance médullaire*. La première, qui est la plus dense, a $0^{mm},28$ à $1^{mm},12$ d'épaisseur; elle se déchire facilement dans le sens de l'épaisseur et présente une cassure fibreuse. Sa couleur est, en général, jaune pâle ou jaune; mais, vers le tiers interne de la substance, elle passe ordinairement au brun jaunâtre ou au brun, de sorte que sur une section, on y distingue deux couches, une externe, plus large, de couleur claire, et une interne, de couleur foncée, formant comme un étroit liséré.

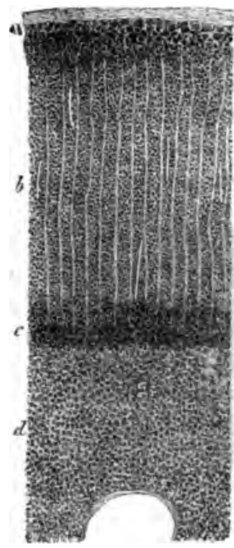


Fig. 867.

Fig. 367. — Section verticale d'une portion de la capsule surrénale de l'homme. — *a*, enveloppe et couche externe de l'écorce; *b*, couche moyenne de l'écorce, présentant des cordons celluleux bien développés; *c*, zone brune interne de l'écorce; *d*, substance médullaire, dans laquelle se voit la section transversale d'une veine.

La *substance médullaire* est plus claire, à l'état normal, que la substance corticale; elle est d'un gris blanchâtre, tirant légèrement sur le rouge; mais un état de congestion des nombreuses veines qu'elle renferme peut lui donner la teinte foncée du sang veineux. La consistance de la substance médullaire est moindre que celle de la substance corticale, mais la différence n'est pas aussi considérable qu'on le croit habituellement. Quant à son épaisseur, elle est très-faible sur les bords et à l'extrémité supérieure et externe de l'organe (0mm,35 à 0mm,75); à la partie moyenne, au contraire, et dans la moitié inférieure des capsules, elle va jusqu'à 2 et même 3 millimètres. Chez l'homme, la substance corticale se détache très-rapidement, après la mort, de la substance médullaire. La capsule surrénale paraît alors creusée d'une cavité, qui occupe souvent tout l'organe, et qui contient un liquide sanieux, provenant de la destruction partielle de la couche brune corticale; ce liquide est mêlé de sang et baigne la substance médullaire, généralement intacte; dans quelques cas, cependant, cette dernière s'est également altérée.

§ 186. **Structure intime des capsules surrénales.** — La *substance corticale* possède une charpente de tissu conjonctif, en continuité de tissu avec la membrane d'enveloppe commune, qui en forme le point de départ; cette charpente est composée de lamelles minces qui s'unissent entre elles et qui divisent toute la substance corticale en un très-grand nombre d'*alvéoles* très-serrés les uns contre les autres. Ces alvéoles, dirigés de dehors en dedans, traversent perpendiculairement la substance corticale tout entière, et mesurent 20 à 45 μ et même 68 μ en largeur; ils renferment une substance granuleuse, divisée elle-même par des cloisons secondaires très-minces, obliques ou transversales, en amas plus ou moins considérables. Ecker décrit ces amas comme des *utricules glandulaires*, composés chacun d'une membrane amorphe qui renferme une substance granuleuse mêlée de noyaux et même de cellules. Quant à moi, dans la plupart des cas, je n'ai vu dans ces *cylindres de l'écorce*, comme je les appellerai, que des cordons de cellules polygonales, de 13 à 17 μ. Je crois donc que c'est la rareté des véritables utricules dans les capsules surrénales qui a porté Ecker à prendre, mais à tort, pour des utricules spéciaux les amas compactes de cellules dont nous venons de parler, et qui ont de 52 à 100 et 130 μ de longueur. En effet, les cellules corticales, qui sont en quelque sorte indépendantes les unes des autres

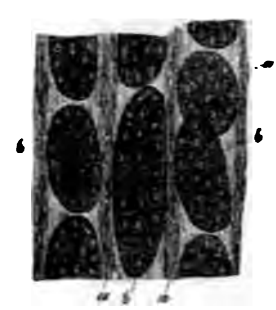


Fig. 368.

Fig. 368. — Fragment d'une coupe verticale à travers la substance corticale de la capsule surrénale de l'homme. — *a*, cloisons formées de tissu conjonctif; *b*, cylindres de l'écorce, dont la composition cellulaire est plus ou moins distincte. Grossissement de 300 diamètres.

ux deux faces de la substance corticale, sont unies entre elles, dans ı portion moyenne de cette substance, en masses cylindriques ou valaires, dans lesquelles les contours des différentes cellules paraissent se onfondre et former une ligne de contour commune. Jamais, néanmoins, n'ai pu trouver autour de ces masses cellulaires d'autre enveloppe que elle qui est constituée par les cloisons des alvéoles, et presque toujours ai réussi, au moyen de la pression ou sous l'action des alcalis, à isoler s cellules, sans qu'un utricule spécial se présentât à mon observation. usqu'ici je n'ai rencontré de véritables utricules que dans les portions ternes de la substance corticale; ils s'y présentaient sous la forme de ésicules sphériques ou ovalaires, de 45 à 68 μ de diamètre, dans lesquelles n ne voyait point de cellules comme celles qui forment les cylindres écorce, mais seulement des amas de gouttelettes graisseuses; je suis orté à considérer ces utricules comme des cellules très-dilatées. Le con-nu des cellules corticales se compose normalement de fines granulations e nature azotée; mais presque toujours il s'y ajoute quelques granula-ons graisseuses, dont le nombre est parfois tellement considérable (quand ı substance corticale est jaune), qu'elles remplissent complétement les ellules, qui alors ressemblent parfaitement à des cellules de foie gras. ans la couche brune de la substance corticale, les cellules sont remplies e granulations pigmentaires brunes.

La *substance médullaire* possède également un stroma de tissu conjonctif, rolongement des lames de la substance corticale et composé de faisceaux élicats qui traversent en tous sens l'in-térieur de l'organe, en y formant un éseau à mailles arrondies et assez étroi-tes. Dans ces mailles est déposée une ubstance finement granulée, au sein de quelle j'ai toujours trouvé chez l'hom-me, à un examen minutieux, des cellules les, de 18 à 36 μ de diamètre, qui rap-ellent jusqu'à un certain point les cel-les nerveuses des organes centraux, ns qu'on puisse néanmoins les con-ndre avec elles; elles présentent, en fet, un contenu finement granulé, avec uelques rares granulations graisseuses ou pigmentaires, un noyau sou-nt fort distinct et muni d'un nucléole, une forme anguleuse, et parfois s prolongements simples, multiples ou même ramifiés.



FIG. 369.

FIG. 369. — Cellules de la capsule surrénale de l'homme. — *a*, cinq cellules de la pointe un cylindre cortical, remplies d'une substance pâle; *b*, cellules pigmentées des couches ternes de la substance corticale; *c*, cellules contenant de la graisse, provenant d'une sub-ance corticale colorée en jaune; *d*, grosse vésicule remplie de graisse, provenant d'une ule semblable (utricule glandulaire, Ecker); *e*, cellules de la substance médullaire, dont elques-unes munies de prolongements. Grossissement de 350 diamètres.

le rubans, souvent courbés sur leur face, parfois même des anneaux complets, de sorte qu'ils ressemblent à des glandes utriculaires. Ainsi, souvent deux cylindres des coupes longitudinales, indépendantes en apparence, sont les deux moitiés d'un même tout, et les anastomoses en arcade qui les unissent, que Henle mentionne également et décrit comme telles (*Splanchn.*, p. 565, fig. 430, 432), ne sont pas de véritables anastomoses, mais bien les extrémités d'un seul et même cordon rubané de l'écorce, qu'il faut se figurer ici comme un canal complet, tandis que plus en dedans, il se change en un canal presque clos, puis en un demi-canal. — Plus profondément, là où les cordons de l'écorce renferment des cellules plus petites, ils commencent tous, même ceux qui antérieurement n'étaient pas encore excavés en gouttière, à se recourber sur leurs faces, et des coupes horizontales de cette région produisent des cordons de cellules diversement recourbés et engrenant entre eux (sections transversales des cordons corticaux), tandis que sur des coupes verticales, on voit des espèces de cylindres étroits et parallèles. Ici aussi, paraît-il, les divers cordons corticaux commencent à s'unir entre eux, pour former enfin un réseau, dont les mailles sont occupées par les vaisseaux sanguins.

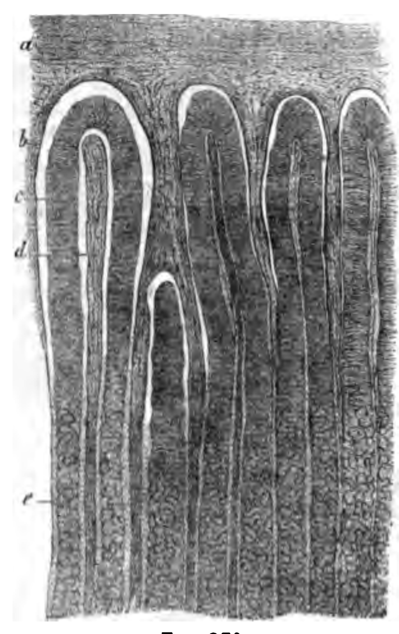


FIG. 370.

Sur les cordons corticaux du cheval, il m'a été impossible de trouver une enveloppe distincte; la ligne nette que présentent souvent, à leur face interne, les loges qui les renferment me paraît être simplement la couche limitrophe des cloisons de tissu conjonctif. La largeur des cylindres corticaux du cheval est de 40-100-500 μ dans les couches externes de l'écorce; leur épaisseur est partout égale à la longueur de leurs cellules cylindriques, c'est-à-dire de 40-60 μ.

Précédemment je n'avais point observé, *chez l'homme*, des cordons corticaux aussi remarquables que ceux du cheval, ce qui me paraît dû simplement à ce que j'avais négligé de pratiquer des coupes dans le sens horizontal. A présent, je trouve également des parties rubanées et en forme de tube, bien que moins nombreuses et moins nettement figurées que chez le cheval. Parfois un cordon tubulé de l'écorce ne contient presque pas de substance conjonctive dans son intérieur, mais seulement, pour ainsi dire, un vaisseau capillaire, et alors il ressemble encore plus que chez le cheval à un utricule glandulaire (fig. 372, *c*); d'autres fois, il forme une lame fortement recourbée, circulaire sur une coupe transversale, avec une cavité étroite. On rencontre même des formes analogues aux gros rubans recourbés de la fig. 371; mais elles sont rares, en somme, et ce sont les cordons cylindriques ou simplement rubanés qui sont les plus nombreux (fig. 372). Dans les couches internes

FIG. 370. — Section verticale de la portion superficielle de la capsule surrénale du cheval. Grossissement de 100 diamètres. — *a*, enveloppe de l'organe; *b*, cloisons qui en partent; *c*, portions superficielles des cylindres corticaux, formées de cellules cylindriques disposées transversalement, et paraissant s'unir en arcade à leur extrémité périphérique; *d*, substance conjonctive contenue dans les excavations des cylindres corticaux; *e*, portions profondes des cylindres corticaux, composées de cellules plus courtes et arrondies.

de l'écorce, je trouve, comme Henle, que les cordons corticaux commencent entre eux et forment peu à peu un tissu spongieux, parcouru par de no

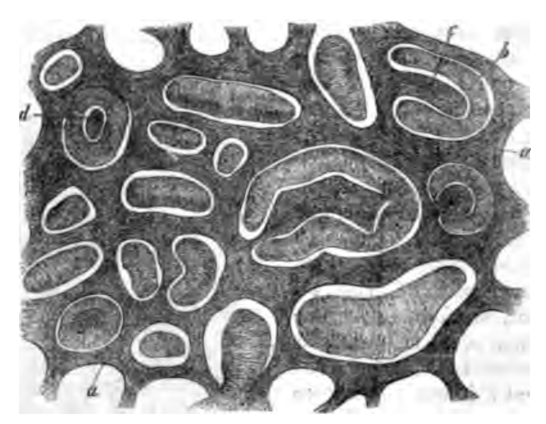


FIG. 371.

vaisseaux sanguins, et qui atteint son plus grand développement dans la zone b l'écorce. Sur une section transversale, les cordons corticaux de l'homme, qu sont cylindriques, mesurent 20 à 68 μ de diamètre; quand ils sont rubané plus grand diamètre va 100, et même 200 μ, et au-d sur une section verticale, ils plus souvent 20-68 μ de lar

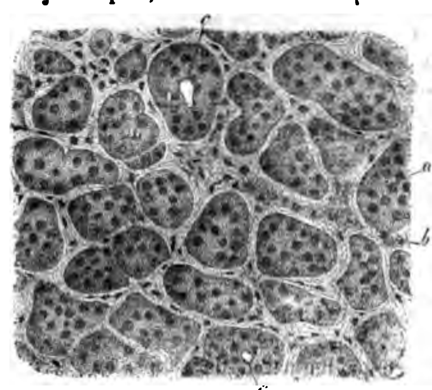


FIG. 372.

La *substance médullaire* sente, en général, moins de v que l'écorce et se compose de cellules pâles, finemen nulées, avec de beaux n cellules que je n'ai jamais dérées comme des cellules veuses, ainsi que Henle (Splanchn., p. 359), et aus j'ai simplement trouvé des logies avec les cellules nerv Quant à la disposition de ce lules, un progrès a été dans ces derniers temps par Mœrs, qui, le premier, a signalé, à côté des g de cellules que j'avais décrits, l'existence de cordons de cellules *allongées*, q vus également, ainsi que Joesten et Henle. Je ferai remarquer cependant, Mœrs, que chez l'homme, les mailles du canevas conjonctif de la substance m laire sont plutôt arrondies, et que, par conséquent, les cellules qu'elles ent

FIG. 371. — Section horizontale des portions superficielles de l'écorce d'une capsul rénale du cheval. Grossissement de 100 diamètres. — *a*, cloisons qui séparent les c corticaux; *b*, cordons corticaux rubanés, les uns fortement recourbés, les autres fo même des anneaux complets; *c*, substance conjonctive contenue dans la cavité des c corticaux recourbés; *d*, substance conjonctive occupant l'axe d'un cordon cortical disp cylindre.

FIG. 372. — Section horizontale des couches corticales superficielles de la capsule rénale de l'homme. Grossissement de 133 diamètres. — *a*, cordons corticaux; *b*, sub interstitielle; *c*, cordons corticaux en forme de tube, contenant un vaisseau sanguin dans intérieur.

forment plutôt des masses sphériques. Chez les animaux, au contraire, elles sont souvent réunies en cordons diversement recourbés ou tortueux. C'est ainsi que les cordons médullaires du cheval (fig. 373), dont l'épaisseur est de 40 à 50 μ, représentent souvent des anneaux entourant les sections transversales des plus grosses veines, et se voient aussi à la surface de la substance médullaire, ordinairement sous la forme de cordons allongés, généralement parallèles à la surface; néanmoins, là aussi on rencontre des mailles arrondies. Tous ces cordons celluleux de la substance médullaire paraissent se continuer les uns avec les autres; mais il n'est pas toujours facile de s'assurer de cette disposition. Pour reconnaître l'existence de ce réseau, on se servira avec le plus d'avantage d'un animal, comme le porc, dont la portion périphérique de la substance médullaire présente une texture en quelque sorte caverneuse, par suite de la présence de nombreuses veines d'un certain volume (voy. Henle,

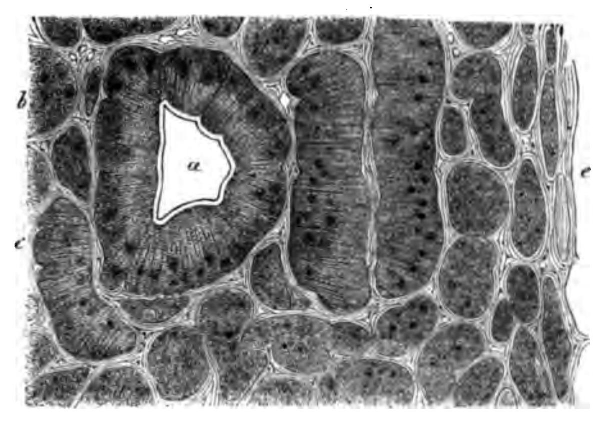


FIG. 373.

fig. 436). Je n'ai rien vu de la membrane d'enveloppe que décrit Henle autour de ces cordons celluleux; cet auteur me semble avoir pris pour une enveloppe distincte la substance conjonctive avoisinante. — Les cellules des cordons médullaires sont loin d'être aplaties partout, comme Henle figure celles du porc; plus souvent elles m'ont paru arrondies ou, comme chez le cheval, d'une forme à peu près cylindrique. Chez cet animal, beaucoup de cordons médullaires ressemblent, par leur position et leur forme, aux cordons des couches superficielles de l'écorce. Je ferai remarquer encore, au sujet des cellules de la substance médullaire, qu'elles ne paraissent jamais contenir de graisse; elles sont aussi plus faciles à détruire que celles de l'écorce et prennent une couleur brun-foncé dans le chromate de potasse et la liqueur de Müller, tandis que les cellules corticales changent très-peu (Henle).

§ 187. **Vaisseaux et nerfs des capsules surrénales.** — Les vaisseaux sanguins des capsules surrénales sont fort nombreux et ont leur siége dans le stroma conjonctif de l'organe, où ils forment deux réseaux capillaires distincts: celui de la substance corticale, dont les mailles sont allongées, et celui de la substance médullaire, composé de mailles plus arrondies. Les artères naissent des gros troncs voisins (phrénique, cœliaque, aorte,

FIG. 373. — Fragment d'une coupe verticale de la substance médullaire de la capsule surrénale du cheval. Grossissement de 250 diamètres. — *a*, veine; *b*, cordon celluleux en forme d'anneau qui entoure le vaisseau; *c*, cordons médullaires dont la forme est allongée; *c*, cordons médullaires arrondis et section transversale de cordons allongés; *e*, couche limitrophe du côté de l'écorce.

rénale), sous la forme de nombreux petits rameaux (jusqu'à 20); les unes pénètrent directement dans la substance médullaire, tandis que les autres se distribuent dans la substance corticale. Ces dernières, qui sont les plus nombreuses, couvrent de leurs ramifications anastomosées la surface de la capsule et forment déjà dans son enveloppe un premier réseau capillaire, à larges mailles. Elles plongent ensuite dans la profondeur de l'organe, après s'être divisées en ramuscules très-fins, cheminent dans les cloisons de la substance corticale, où elles deviennent de plus en plus ténues, et se dirigent vers la substance médullaire; dans ce trajet, elles s'envoient mutuellement des branches anastomotiques transversales assez nombreuses, de sorte que les cylindres de l'écorce sont baignés de sang de tout côté. Les extrémités de ces vaisseaux atteignent la substance médullaire et concourent avec ceux qui y sont arrivés directement, à former un réseau très-riche, dont les capillaires sont un peu plus larges. Chez le mouton, cependant, d'après Nagel, quelques artérioles, après avoir pénétré directement dans la substance médullaire, vont ensuite gagner la substance corticale.

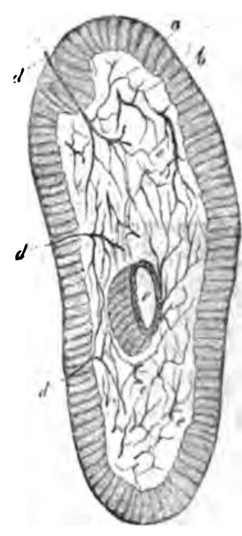


FIG. 374.

Les *veines* naissent principalement du réseau capillaire de la substance médullaire, et se réunissent dans l'intérieur de cette substance pour constituer la veine principale de l'organe ou *veine surrénale*. Celle-ci émerge par le hile et se jette, à droite, dans la veine cave, à gauche, dans la veine rénale. Il naît, en outre, de la substance corticale, un nombre assez considérable de veines plus petites, deux quelquefois pour chaque artère, qu'elles accompagnent, pour se jeter dans les veines rénales et diaphragmatiques ou dans la veine cave inférieure. — Jusqu'à ce jour, je n'ai trouvé sur la capsule surrénale que quelques ramuscules *lymphatiques* superficiels; jamais je n'en ai vu dans l'intérieur de l'organe ou qui parussent venir de la profondeur.

Les *nerfs* des capsules surrénales sont extrêmement nombreux, ainsi que Bergmann l'a fait remarquer avec juste raison; ils proviennent du ganglion semi-lunaire et du plexus rénal. Suivant Bergmann, le nerf vague et le nerf phrénique leur donneraient aussi quelques filets. J'ai compté sur la capsule surrénale droite de l'homme trente-trois petites branches nerveuses, dont huit de $0^{mm},5$ à $0^{mm},25$ de largeur, cinq de

FIG. 374. — Section transversale de la capsule surrénale du veau, traitée par la soude. Grossissement d'environ 15 diamètres. — *a*, substance corticale; *b*, substance médullaire; *c*, veine centrale, entourée d'un peu de substance corticale; *d*, trois rameaux nerveux qui pénètrent dans l'organe; *e*, distribution des nerfs dans son intérieur.

^{m},15 à 0,1, sept de 0^{mm},8 à 0^{mm},7, et treize de 0^{mm},06 à 0^{mm},05. Tous ces rfs étaient composés exclusivement, ou du moins en grande partie, de bes à bords foncés, minces, moyens ou gros; ils étaient blanchâtres ou incs et portaient quelques ganglions de différents volumes, qui, comme rchow l'a constaté, peuvent se rencontrer même dans l'intérieur de rgane. Les nerfs de la capsule surrénale vont presque tous gagner la itié inférieure et le bord interne de cet organe, et paraissent destinés écialement à la substance médullaire. Chez les mammifères, en effet, trouve dans cette substance et enfermé dans les trabécules du tissu njonctif un *réseau extrêmement riche* de tubes nerveux fins, à contours ncés, dans lequel on ne reconnaît aucune extrémité terminale. Chez omme, la substance médullaire est généralement trop altérée pour 'il soit possible de poursuivre les filets nerveux dans son épaisseur.

l s'en faut bien que les *vaisseaux* des capsules surrénales soient disposés de me chez tous les animaux; aussi ferai-je remarquer que ma description s'applique tout à l'homme, dont les capsules surrénales s'injectent facilement, dans l'enfance, l'aorte et la veine cave inférieure ou la veine rénale. J'ai remarqué que les sseaux de l'écorce y forment deux zones, dont l'interne, plus étroite, présente un eau plus riche et des vaisseaux un peu plus larges que l'externe (4-10 μ dans le-ci, 6-15 dans l'autre). Dans la moelle, on trouve, soit des réseaux étroits de illaires analogues à ceux de l'écorce, soit un riche réseau de petites veines de -24-36 μ, d'où naissent ensuite les radicules qui s'ouvrent dans la veine centrale. rmi les animaux, j'ai examiné le porc-épic, le rat, le cochon d'Inde et le chat, et n'est que chez le cochon d'Inde que j'ai rencontré deux zones, comme chez l'homme, dis que chez les autres, les vaisseaux sanguins présentaient une disposition uni-me dans toute l'écorce. Chez tous ces animaux, les vaisseaux de la moelle se mportaient comme chez l'homme, mais aucun ne présentait un réseau veineux beau. J. Arnold donne une description très-complète des *vaisseaux* de la cap-e surrénale du bœuf; mais je dois faire remarquer que ni l'homme ni aucun des maux ci-dessus mentionnés ne présentent rien qui réponde aux glomérules vascu-es décrits par Arnold. On pourra consulter aussi les travaux de Mœrs et Jœsten, l'on trouve également la description des vaisseaux.

Les recherches récentes ne nous ont rien appris de précis relativement aux *lym-tiques* des capsules surrénales; cependant de divers côtés on a signalé dans la elle de cet organe des cavités qui pourraient bien appartenir à ce système. Rela-ment aux *nerfs*, au contraire, nous savons par les observations de Mœrs et de m que dans l'intérieur de l'organe, comme Ecker et Virchow l'avaient déjà fait marquer, se trouvent de véritables cellules ganglionnaires. D'après les recherches rofondies de Holm, ces cellules ganglionnaires siégent tantôt sur le trajet des eaux nerveux, et tantôt, à l'état de liberté, entre les éléments de la moelle; elles t unipolaires, bipolaires ou multipolaires. On les rencontre aussi dans l'écorce, z certains animaux. Ces auteurs ne disent rien du mode de terminaison des fs. Le *diamètre* des cellules ganglionnaires est, d'après Mœrs, de 45-80 μ en lon-ur et 21-71 en largeur. J'ai étudié ces cellules ganglionnaires de la moelle chez cheval et les résultats de mes observations sont conformes aux données de ces estigateurs. Chez le cheval, il y a de véritables ganglions, dont le diamètre com-te jusqu'à 0^{mm},3, à côté d'autres accumulations plus petites ou très-petites de ules, et chaque section horizontale un peu considérable de la moelle présente x à dix de ces accumulations, et même davantage. Les cellules elles-mêmes t arrondies ou oblongues, de 38 à 42 μ de longueur et présentent manifestement, s certains cas, deux prolongements, dont il m'a été impossible de suivre le trajet,

car le chlorure d'or, l'acide acétique et le carmin, dans quelques essais peu nombreux que j'ai faits, n'ont pu me tirer d'embarras.

Pour le physiologiste, la capsule surrénale, aujourd'hui comme autrefois, reste à l'état d'énigme ; mais comme on a trouvé dans la moelle de véritables cellules ganglionnaires, on ne pourra plus guère, en voyant les cellules des cordons médullaires, songer à des connexions avec le système nerveux. Je considère aujourd'hui la portion nerveuse de la capsule surrénale comme un plexus ganglionnaire du sympathique dont les prolongements se distribuent à la périphérie, et les cordons celluleux de l'écorce et de la moelle comme un appareil chimique, dont les fonctions relatives à la nutrition en général et au plexus ganglionnaire qu'il entoure, restent encore à déterminer.

Pour étudier les capsules surrénales, on se servira d'abord de celles des grands mammifères, avant de recourir à celles de l'homme. La substance corticale ne présente aucune difficulté quand ses éléments contiennent peu de graisse ; on emploiera de préférence des coupes verticales et horizontales très-fines, faites sur des pièces fraîches ou durcies dans l'alcool ou l'acide chromique, coupes qu'on rend transparentes avec un peu de soude, qu'on nettoie avec un pinceau ou qu'on colore avec du carmin. La substance médullaire s'altère très-rapidement, même chez les animaux, de sorte que les éléments qui la composent ne présentent plus ou ne présentent qu'en partie leurs connexions normales; quelquefois, cependant, on les rencontre d'une manière très-nette sur des pièces qui n'ont subi aucune préparation; des pièces conservées dans l'acide chromique remplissent le but encore mieux. Les *nerfs* se voient très-facilement, chez les animaux, sur des tranches fines traitées par la soude; si la section a porté sur le point d'entrée d'un nerf, on peut suivre facilement ce dernier à travers la substance corticale. Pour étudier les vaisseaux, il est nécessaire de les injecter; les injections réussissent également bien par les artères et par les veines, qui sont dépourvues de valvules ; on choisira de préférence, dans ce but, les capsules surrénales des petits mammifères ou d'un enfant.

Bibliographie. — Nagel, *Diss. sistens ren. succ. mammal. descript.* Berol., 1838. et *Müll. Arch.*, 1836. — C. Bergmann, *Diss. de glandulis suprarenal.*, c. *tab.* Gött., 1839. — A. Ecker, *Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den 4 Wirbelthierklassen.* Braunschweig, 1846, et art. *Blutgefässdrüsen* in *Wagn. Handw. d. Phys.*, IV, 1849. — H. Frey, art. SUPRARENAL CAPSULES, in *Todd's Cyclop. of Anat.*, oct. 1849. — Leydig, in *Beitr. z. Anat. d. Rochen*, etc., 1852, et in *Anat. Unt. v. Fischen und Rept.*, 1853. — B. Werner, *De capsulis suprarenal.* Dorpat, 1857, *diss.* — Vulpian, in *Gaz. méd.* 1856, p. 656; 1857, p. 84 et *Gaz. hebd.*, 1857, p. 665. — R. Virchow, *Zur Chemie der Nebennieren*, in *Arch.*, XII, 1857, p. 481. — G. Harley, *The Histology of the Suprarenal Capsules*, in *Lancet* 5 et 12 juin 1858. — A. Mœrs, in *Virch. Arch.*, t. XXIX, p. 336. — G. Joesten, in *Arch. f. phys. Heilk.* 1864, p. 97. — J. Henle, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXIV, p. 143; et *Syst. Anat.*, t. II, 3e cah. — F. Holm, in *Wien. Sitzungsber.*, t. LIII, avril 1866. — J. Arnold, in *Virch. Arch.*, 1866, p. 64. — Voyez, en outre, l'*Anatomie* de *Luschka*.

CHAPITRE VIII

DES ORGANES GÉNITAUX.

SECTION PREMIÈRE

ORGANES GÉNITAUX DE L'HOMME.

§ 188. **Énumération.** — Les *organes génitaux de l'homme* comprennent : 1° deux glandes qui sécrètent le sperme, les *testicules*, contenus dans les *bourses* et revêtus, en outre, de plusieurs enveloppes spéciales; 2° les conduits excréteurs des testicules, c'est-à-dire les *canaux déférents*, les *canaux éjaculateurs* et leurs appendices, les *vésicules séminales*; 3° les organes de la copulation, c'est-à-dire le *membre viril* et ses muscles; 4° enfin, des glandes spéciales annexées à ces organes, ou la *prostate* et les *glandes de Cowper*.

§ 189. **Testicules.** — Les testicules (*testes*) sont deux glandes formées d'un grand nombre de canalicules très-flexueux, *canalicules spermatiques*, dans lesquels est sécrété le sperme, et d'une enveloppe spéciale, qui porte le nom de *tunique albuginée* ou *fibreuse*. Cette dernière (fig. 375 *e*) est une membrane blanche, serrée, épaisse, dont la structure ne diffère en rien de celle des autres membranes fibreuses (de la dure-mère, en particulier), et qui enveloppe le parenchyme testiculaire sous la forme d'une capsule close de toutes parts. Sa surface externe est rendue lisse et luisante par une membrane spéciale qui la tapisse partout (tunique vaginale, *tunica adnata*), à l'exception de la portion recouverte par l'épididyme; sa face interne est unie à la substance du testicule par l'intermédiaire d'une couche mince de tissu conjonctif lâche, et par un grand nombre de prolongements qu'elle envoie dans l'intérieur de l'organe. De ces prolongements, le plus considérable est le *corps d'Highmore*, ou *médiastin du testicule* : c'est une lame verticale, épaisse à son origine, longue de 2 centimètres à 2^{c},7 et composée de tissu conjonctif serré, qui naît du bord postérieur du testicule pour s'enfoncer à environ 6 ou 9 millimètres de profondeur (fig. 375, *h*). Une foule d'autres prolongements, con-

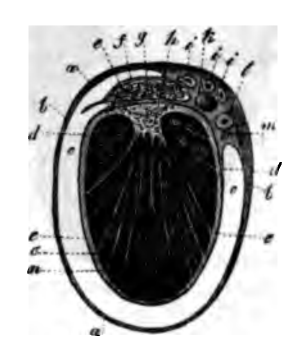


FIG. 375.

FIG. 375. — Section transversale du testicule droit de l'homme et de ses enveloppes. — *a*, tunique fibreuse commune; *b*, vaginale propre, feuillet externe; *c*, cavité de la vaginale, qui n'existe point pendant la vie; *d*, feuillet interne ou viscéral de la tunique vaginale, confondu avec l'albuginée *e*; *f*, passage de la tunique vaginale sur l'épididyme *g*; *h*, corps d'Highmore; *iii*, branches de l'artère spermatique; *k*, veine spermatique; *l*, canal déférent; *m*, artère déférentielle; *n*, lobules du testicule; *o*, cloisons.

stitués par un tissu conjonctif plus lâche, partent de la face interne de la tunique albuginée, sous la forme de *cloisons* (fig. 376, *o*) qui séparent les uns des autres les divers segments du testicule, en même temps qu'elles servent de support aux vaisseaux. Ces cloisons convergent de toutes parts vers le corps d'Highmore, au bord et aux faces duquel elles s'insèrent par leur extrémité amincie.



Fig. 376.

La substance glandulaire du testicule n'est point homogène ; elle est composée d'un certain nombre de *lobules* (100 à 250) piriformes, qui toutefois ne sont pas partout complétement distincts les uns des autres, notamment à la surface. Ces lobules convergent tous vers le corps d'Highmore ; ceux qui sont situés dans son voisinage, sont les plus courts, ceux des bords du testicule sont les plus longs (fig. 376, *n*, 377, *b*). Chaque lobule se compose de 1 à 3 *canalicules séminifères* (*tubili s. canaliculi seminiferi s. seminales*), qui ont $0^{mm},13$ à $0^{mm},28$ de largeur ; ces canalicules se subdivisent fréquemment, décrivent de nombreuses flexuosités, et s'anastomosent aussi quelquefois entre eux ; ils forment, par leur réunion, une masse compacte, et se terminent enfin vers la grosse extrémité du lobule, soit dans son épaisseur, soit près de la superficie, par des extrémités en cul-de-sac ou par des anses (fig. 376). Les canaux séminifères d'un même lobule, bien qu'unis entre eux par un peu de tissu conjonctif et par des vaisseaux, peuvent cependant, avec un peu de soin, être isolés dans une grande étendue, ou même dans leur totalité. Lauth a trouvé que leur longueur est de 28 à 73 millimètres. Vers la petite extrémité de chaque lobule,

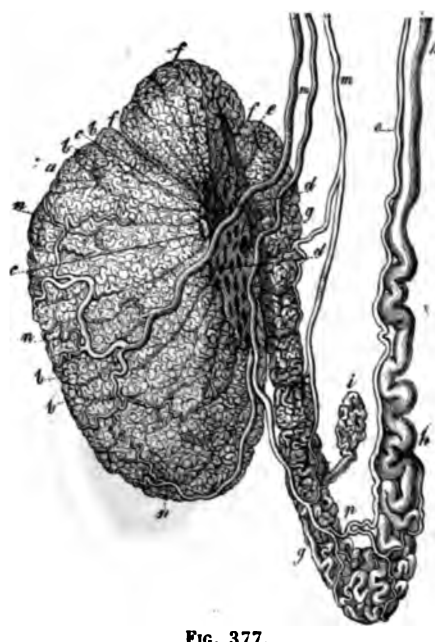


Fig. 377.

Fig. 376. — Figure schématique représentant le trajet d'un canalicule séminifère.

Fig. 377. — Testicule et épididyme de l'homme. D'après Arnold. — *a*, testicule ; *b*, lobules du testicule ; *c*, vaisseaux droits ; *d*, réseau vasculaire ; *e*, vaisseaux efférents ; *f*, cônes vasculaires ; *g*, épididyme ; *h*, canal déférent ; *i*, vaisseau aberrant ; *m*, branches que l'artère spermatique fournit au testicule et à l'épididyme ; *n*, ramification de cette artère sur le testicule ; *o*, artère déférentielle ; *p*, anastomose entre celle-ci et une branche de l'artère spermatique.

s canalicules deviennent plus rectilignes et se continuent avec les *isseaux droits*; ces derniers ont $0^{mm},22$ de largeur (fig. 377, *c*) et énètrent, soit isolément, soit après s'être unis avec les autres canalicules ı même lobule, dans la base du corps d'Highmore, où ils forment un seau très-serré, de $4^{mm},5$ à $6^{mm},7$ de largeur et 3 millimètres épaisseur, qui occupe tout le corps d'Highmore; c'est le *réseau testicuire* (*rete testis*, *rete vasculosum* de Haller, fig. 377, *d*). Ce réseau, formé de maux de 24-80 à 180 μ de largeur, donne naissance, à son extrémité ıpérieure, à 7-15 *vaisseaux efférents* (*vasa efferentia testis, s. Graafiana*, ;. 377, *e*), qui mesurent $0^{mm},35$ à $0^{mm},45$ en diamètre et qui perforent ılbuginée, pour se jeter dans l'épididyme. Là, ces vaisseaux se rétrécisnt au point de n'avoir plus que $0^{mm},28$ à $0^{mm},22$ de largeur, décrivent s circonvolutions analogues à celles des canalicules qui composent les bules, mais ne présentent plus ni divisions ni anastomoses. Il résulte de ette disposition un certain nombre de cônes, dont la pointe est dirigée rs le testicule : ce sont les *cônes séminifères* (*coni vasculosi s. corp. pyramiılia*, fig. 377, *f*). Ces cônes, unis entre eux par du tissu conjonctif, constiıent la *tête de l'épididyme*, et les canalicules qui les composent, en se unissant successivement en un canal unique, le long du bord postérieur ; supérieur de l'épididyme, forment le canal de cet organe (fig. 377, *g*).

Le *canal de l'épididyme* a $0^{mm},35$ à $0^{mm},45$ de largeur; ses nombreuses rconvolutions constituent, comme on sait, le corps et la queue de l'épiidyme; il fournit, à son extrémité inférieure, un diverticule terminé en ıl-de-sac (*vas aberrans*, de Haller, fig. 377, *i*) et se continue enfin avec le mal *déférent* (fig. 377, *h*). Celui-ci a $0^{mm},5$ à $0^{mm},7$ de largeur dans ses remières portions, qui sont encore flexueuses; mais bientôt il devient ectiligne et mesure alors $1^{mm},6$ à $2^{mm},2$. Une membrane fibreuse, e couleur grisâtre, enveloppe également l'épididyme; mais elle est trèsıince et n'a que $0^{mm},36$ d'épaisseur.

Relativement au trajet des canaux séminifères, dont la connaissance laisse encore ujours à désirer (*v. Mikr. Anat.*, II, 2, 391 et Henle, *Splanchn.*, p. 352), Sappey a, ıns ces derniers temps (*Anat.*, 3 fasc., p. 556), donné des détails très-précis. Si n dissout la substance conjonctive des lobules du testicule par la macération dans cide nitrique étendu, il devient facile de suivre isolément les canalicules séminires à partir du corps d'Highmore. On reconnaît alors qu'ils ont 70 à 80 centiètres de longueur et qu'ils se terminent, comme je l'ai dit depuis longtemps, soit ır des extrémités en cul-de-sac, soit par des anastomoses. — Les extrémités en ıl-de-sac sont situées, suivant Sappey, à 1-3 millimètres au-dessous de l'albuginée; y a, de plus, sur chaque canalicule, particulièrement dans sa moitié externe, -7 branches latérales, de 2 à 3 millim. de longueur, et qui se terminent également n cul-de-sac. — Les anastomoses, d'après Sappey, se font de deux manières; elles nissent entre eux les canalicules de deux lobules, elles font communiquer les branches 'un seul et même canalicule. Parmi ces dernières, je range aussi les divisions suivies e réunion qui s'observent, suivant Sappey, sur le trajet d'un même canalicule.

Les cloisons du testicule, outre le tissu conjonctif, contiennent de nombreuses ellules pâles et arrondies, analogues à celles qu'on rencontre dans le tissu connctif embryonnaire. Chez les gens âgés, ces cellules, isolées ou réunies en groupes,

grossissent parfois et se remplissent de gouttelettes graisseuses ou de granulations pigmentaires brunes. Des cellules analogues se rencontrent aussi, en petit nombre, dans le tissu conjonctif peu abondant qui unit entre eux les canalicules d'un lobule. C'est dans ces termes que j'ai déjà décrit en 1854 (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 392) la substance interstitielle du parenchyme testiculaire, que Henle, dans sa Splanchnologie, annonce être encore d'une signification problématique. A mon avis, les cellules en question appartiennent au groupe des cellules indifférentes de la substance conjonctive; elles se rangent très-bien à côté des cellules pâles et arrondies du tissu conjonctif non graisseux du dartos, et ne manquent pas d'analogie avec les véritables cellules graisseuses.

§ 190. **Structure des canalicules séminifères. Sperme.** — Eu égard à leur diamètre, les canalicules séminifères du testicule ont des parois plus denses que celles des autres glandes; ces parois comprennent une *tunique fibreuse* et un contenu celluleux, dont il sera traité en détail plus loin. La tunique fibreuse a de 5 à 11 μ d'épaisseur; elle est assez résistante, extensible et constituée par du tissu conjonctif vaguement fibrillaire, qui contient des corpuscules de tissu conjonctif aplatis et à noyaux, tissu dans lequel on ne trouve point de fibres musculaires, mais, dans quelques cas, des traces de fibres élastiques. Par la potasse caustique, on démontre facilement, à sa face interne, l'existence d'une *membrane propre*, qui se gonfle au point d'atteindre une épaisseur de 10-20 μ. Les *vaisseaux droits* ont la même structure que les canalicules séminifères; les canaux du *rete testis*, au contraire, paraissent dépourvus de tunique fibreuse et ressemblent plutôt à des vacuoles creusées dans le tissu fibreux et dense du corps d'Highmore, et tapissées simplement d'un épithélium cylindrique, de 15-16 μ d'épaisseur. Dans les cônes vasculaires, la tunique fibreuse réapparaît; bientôt il s'y ajoute une couche de fibres musculaires lisses, dirigées en long et en travers (suivant Henle, on ne trouve que des fibres annulaires), et qu'on peut distinguer encore sur des canalicules de 0mm,35 à 0mm,45 de diamètre. Les portions les plus larges du canal épididymaire partagent la structure musculeuse du canal déférent (voy. plus bas).

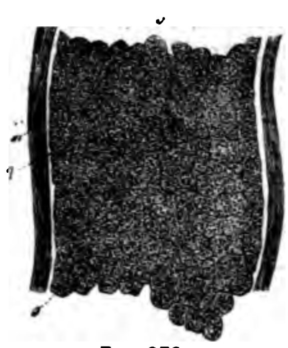


Fig. 378.

Quant à l'épithélium de l'épididyme, on croyait autrefois que c'est un simple épithélium cylindrique; mais O. Becker a fait, en 1836, la belle découverte que c'est, dans la plus grande partie du canal, un épithélium vibratile. Sur le testicule d'un suicidé, j'ai constaté que les données de cet observateur sont parfaitement exactes. Déjà dans les vaisseaux efférents, on trouvait un épithélium simple, à cellules cylindriques ou coniques, de 22 à 23 μ de longueur, avec des granulations brunâtres dans leur intérieur

Fig. 378. — Fragment de canalicule séminifère de l'homme. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, tunique fibreuse, à noyaux longitudinaux; *b*, membrane propre; *c*, épithélium.

et des cils vibratiles de 6,7 à 9 μ de longueur (fig. 379, A). Dans les cônes vasculaires, les cellules avaient la même conformation; elles étaient seulement un peu plus longues et la bordure de cils avait 11 μ de largeur. Au commencement du canal épididymaire, jusqu'au milieu de l'épididyme, il y avait un épithélium épais, formé de cellules cylindriques délicates, d'une étonnante longueur (45 à 50 μ), renfermant des granulations foncées, dont le noyau était situé généralement au-dessous du milieu de la cellule et dont les cils, souvent accolés entre eux en pinceau, avaient une longueur de 22 à 33 μ (fig. 379, B). Dans un précédent examen, cet épithélium

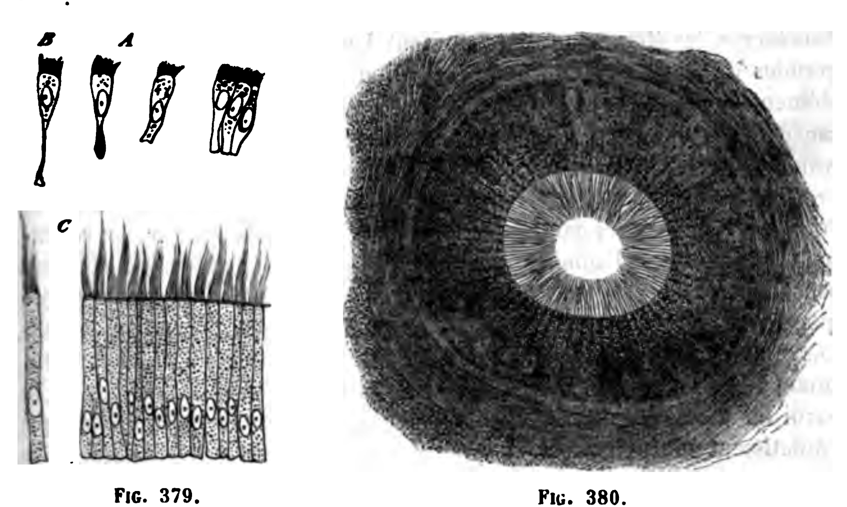


FIG. 379. FIG. 380.

m'avait paru disposé en une seule couche; mais aujourd'hui je puis dire que dans un cas, comme Becker l'avait annoncé et comme Henle l'a confirmé, j'ai constaté dans la profondeur une seconde couche, formée de petites cellules arrondies (fig. 380). A la partie moyenne de l'épididyme, je remarquais encore toujours quelques-unes de ces longues cellules; mais je n'ai pu m'assurer qu'elles ne provenaient pas de parties situées plus haut, d'autant qu'à côté d'elles il se trouvait des cellules plus petites, sans cils vibratiles. Des cellules analogues à ces dernières se retrouvaient dans la queue de l'épididyme et dans le commencement du canal déférent, avec cette différence, pour celles de ce canal, que beaucoup présentaient comme un bourrelet terminal transparent. Je n'ai point observé de

FIG. 379. — Cellules épithéliales de l'épididyme d'un suicidé. Grossissement de 100 diamètres. — A, des vaisseaux efférents; B, des cônes vasculaires; C, du commencement du canal épididymaire.

FIG. 380. — Section transversale d'un canalicule de la tête de l'épididyme. Sa paroi fibreuse présente des fibres annulaires et des fibres longitudinales. Dans l'épididyme, on distingue une couche externe de noyaux, appartenant à de petites cellules profondes et des cellules portant de longs cils, dont les noyaux sont situés à diverses hauteurs. Diamètre du canal, $0^{mm},22$; de sa lumière, 89 μ; épaisseur de l'épithélium, 54 μ; longueur des cils, 23 à 27 μ.

mouvement vibratile dans ce cas, mais je me suis suffisamment convaincu de son existence sur les mammifères, et de même que Becker, qui l'a observé sur un fragment d'épididyme excisé à un homme, je me suis assuré que ce mouvement est dirigé vers le canal déférent.

Le *contenu* des canalicules séminifères varie suivant l'âge du sujet. Chez les enfants et les jeunes animaux, on ne rencontre dans les canalicules, très-étroits encore, que de petites cellules transparentes, dont les plus extérieures peuvent être envisagées comme constituant un épithélium, bien qu'elles ne soient pas toujours distinctes des autres. A l'époque de la puberté, en même temps que les canalicules deviennent notablement plus larges, les éléments qui composent leur contenu prennent de plus grandes dimensions. Une fois la formation du sperme commencée, ces éléments se présentent sous l'aspect d'un contenu spécial, qui donne naissance aux filaments spermatiques, et qu'on peut considérer comme un produit glandulaire en voie de formation ou comme un épithélium en voie de croissance. Quand on fait des coupes transversales des canalicules séminaux sur un testicule durci dans l'alcool ou dans l'acide chrômique, on reconnaît, comme Henle l'annonce avec raison, que les éléments du contenu sont disposés *dans le sens des rayons;* mais je ne puis approuver Henle quand il dit qu'au lieu de cellules nettement délimitées, on ne trouve parfois que des noyaux au sein d'une substance fondamentale transparente. Quant à la composition intime de ce contenu, extérieurement et contre la paroi on trouve des cellules polygonales, d'apparence épithéliale, qui s'aplatissent mutuellement et qui mesurent 11 à 18 μ de largeur; ces cellules renferment de beaux noyaux avec un nucléole. Puis viennent des cellules arrondies, en rangées multiples, parmi lesquelles on rencontre fréquemment des cellules en voie de multiplication, c'est-à-dire avec deux nucléoles dans leur noyau, deux noyaux dans une même cellule, ou des cellules étranglées à leur partie moyenne avec deux noyaux (fig. 38 μ, A). Tout en dedans, enfin, se voient de petites cellules à noyau unique et un petit nombre de cellules plus grosses, à 2-5, voire même 10 et 20 noyaux transparents, de 5 à 8 μ de diamètre. Ces cellules et vésicules (vésicules séminifères), dont le diamètre varie entre 11 et 67 μ, sont les véritables lieux de formation des éléments mobiles de la semence et se présentent, vers l'époque de la puberté, à toutes les périodes de transformation en filaments spermatiques, dont les appendices filiformes, plus ou moins développés, s'avancent vers le centre des canalicules séminifères. Là, on ne trouve parfois que ces filaments

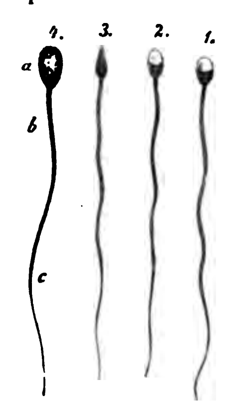


FIG. 381.

FIG. 381. — 1, 2, 3, filaments séminaux de l'homme. Grossissement de 570 diamètres. 1, 2, vus de face; 3, vu de profil; 4, filament séminal du taureau, grossi 450 fois. — *a*, corps; *b*, segment moyen; *c*, filament terminal

spermatiques en voie de formation, tantôt libres, tantôt encore contenus dans leurs cellules ; d'autres fois. cependant, on rencontre à côté des filaments un peu de liquide, et alors les canalicules spermatiques peuvent offrir, sur des coupes transversales, l'aspect de tubes dont la paroi, épaisse et striée dans le sens des rayons, porterait des cils très-longs (les filaments spermatiques).

Arrivé à maturité complète, le *sperme* se compose exclusivement d'une très-minime quantité d'un liquide visqueux et d'une infinité de corpuscules linéaires, doués de mouvements spéciaux, et qu'on appelle ***filaments séminaux*** (***fila spermatica***) ou ***spermatozoaires*** (***spermatozoa***), ou enfin ***spermatozoïdes***. Ces filaments sont des corpuscules mous, complétement homogènes,

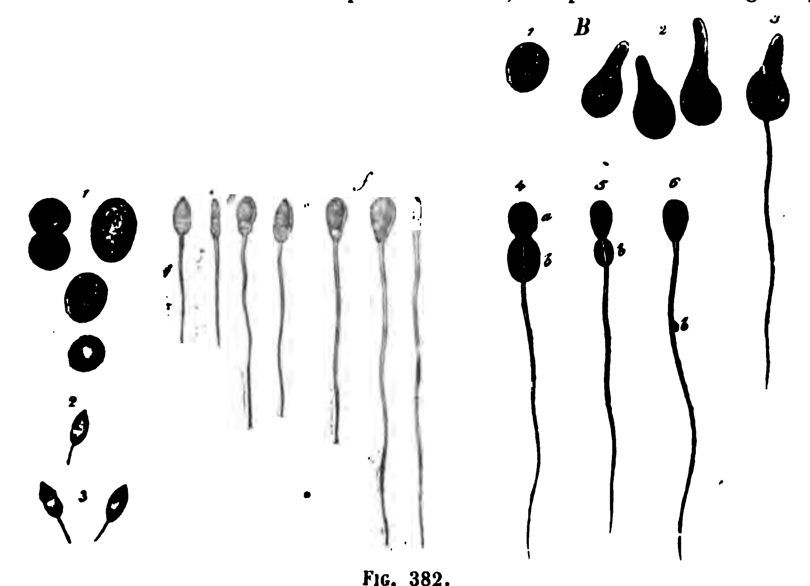


Fig. 382.

dans lesquels on distingue une portion renflée, appelée *corps* ou *tête*, et un appendice filiforme, qui porte le nom de *filament* ou de *queue*. La première est aplatie, piriforme vue de profil, à pointe dirigée en avant, ovoïde, quand elle est vue de face, ou même arrondie en avant et en même temps un

Fig. 382. — Éléments du sperme du taureau. Grossissement de 450 diamètres.

A. *Formation des filaments spermatiques*. — 1, cellule séminale à un et deux noyaux, dont l'un est déjà allongé et présente une portion antérieure foncée et une portion postérieure plus claire ; 2, 3, noyaux analogues à l'état de liberté, avec des filaments qui en naissent ; 4, noyaux dont les filaments ont une certaine longueur et dont le corps est déjà piriforme ; 5, filament presque mûr, dont le corps présente encore, en arrière, un reste de la zone primitive transparente, et à côté de lui deux filaments séminaux parfaitement développés de l'épididyme, vus de face et de profil.

B. *Sortie des filaments spermatiques*. — 1, cellule séminale renfermant un filament séminal enroulé ; 2, cellule séminale devenue piriforme par suite du redressement partiel du filament ; 3, cellule séminale dont le filament a passé au dehors ; 4, cellule analogue *b*, d'où le corps du filament spermatique est également sorti, mais conserve encore un revêtement appartenant à la membrane de cellule *a* ; 5, filament séminal de l'épididyme, avec un reste de la cellule mère *b* ; 6, filament spermatique du canal déférent, dont l'appendice *b*, extrêmement réduit, est situé plus en arrière.

peu déprimée en cupule à sa partie antérieure; il en résulte que sa partie moyenne paraît tantôt claire et tantôt foncée. Ses dimensions sont: 3 à 5 μ pour la longueur, 1,8 à 3,3 μ pour la largeur et 1,1 à 1,8 μ pour l'épaisseur. La tête paraît plus ou moins foncée, suivant qu'elle est étendue sur une de ses faces ou sur un des côtés; toujours elle a un brillant spécial, comme graisseux, et des contours plus foncés, surtout quand on la voit de profil. La queue est pâle et mesure en moyenne 45 μ en longueur; en avant, où elle s'unit à la grosse extrémité de la tête par l'intermédiaire d'une sorte de col, elle est plus large (0,6 à 1 μ) et aplatie comme le corps; en arrière, elle s'effile de plus en plus et se termine par une pointe très-fine, à peine visible aux plus forts grossissements. Ces corpuscules, avec quelques granulations, noyaux ou cellules, qu'on ne rencontre qu'accidentellement et par places, forment, chez les sujets vigoureux, le sperme dans tout le trajet du canal déférent et dans la queue de l'épididyme; tandis que dans la partie supérieure de ce dernier et dans le testicule lui-même, on trouve, en outre, d'autres éléments, c'est-à-dire les cellules et vésicules décrites plus haut. A mesure qu'on se rapproche du testicule, ces éléments deviennent de plus en plus nombreux, et finissent par se montrer exclusivement. Ces *cellules et vésicules séminales*, comme je les appelle, ont avec les spermatozoïdes des rapports déterminés; ainsi que je l'ai prouvé en 1855, chaque noyau de cellule donne naissance à un spermatozoïde unique : pour cela, il s'allonge d'abord; puis, à l'une des extrémités, naît un filament, qui s'allonge de plus en plus, tandis que le reste du noyau devient piriforme et produit le corps du spermatozaire. Le foyer de ce développement est dans le testicule, de sorte que dans les conditions normales, on rencontre à coup sûr, dans la plupart des canalicules séminifères, des spermatozoaires en voie de développement. Règle générale, les spermatozoaires ne deviennent point libres ou ne le deviennent que rarement dans le testicule. Ce n'est donc point là qu'il faudrait les chercher, bien qu'après y avoir ajouté de l'eau, il soit impossible de les y méconnaître, parce que sous l'influence de ce liquide, les cellules crèvent. Les spermatozoaires ne se dégagent que dans le *rete testis* et dans les cônes vasculaires. Mais auparavant il arrive souvent que ceux d'une même cellule, quand ils sont nombreux (10-20), se disposent très-régulièrement et parallèlement en un faisceau recourbé, dont une des extrémités présente toutes les têtes, l'autre toutes les queues. Lorsque les spermatozoïdes sont en petit nombre, au contraire, ils n'affectent aucun ordre régulier. Les cellules et vésicules éclatent enfin, les filaments spermatiques deviennent libres et remplissent l'épididyme, les uns encore réunis en faisceaux, qui se dissocient bientôt, les autres complétement isolés. Dans les portions inférieures de ce canal, ordinairement l'évolution a parcouru toutes ses phases; il n'est pas rare cependant de rencontrer, même plus bas, quelques formes intermédiaires, qui n'arrivent à leur état définitif que dans le canal déférent. Il est à remarquer encore que les filaments séminaux, quand ils sont seuls dans une cellule, lui donnent sou-

vent un aspect piriforme spécial (fig. 382, B), et aussi que très-fréquemment ils perforent simplement la cellule (fig. 382, B 3,4), de sorte qu'une portion plus ou moins grande de cette dernière reste adhérente sous la forme d'un capuchon recouvrant la tête, ou sous celle d'un appendice globuleux de la queue (fig. 382, B, 5, 6). Cette dernière forme s'observe souvent sur la grande majorité des filaments séminaux de l'épididyme et même dans le sperme parfait.

Étudié dans son ensemble, tel qu'il se présente dans le canal déférent, le *sperme* est une substance blanchâtre, visqueuse, inodore, composée presque exclusivement de filaments séminaux, entre lesquels il n'y a qu'une quantité extrêmement minime de liquide unissant. La *composition chimique* de ce sperme pur n'a pas encore été déterminée chez l'homme. Mais Frerichs nous a appris que, dans le sperme de la carpe, la portion liquide renferme une faible proportion de sulfate et de phosphate alcalins, tandis que les spermatozoïdes sont constitués par une combinaison protéique (bioxyde de protéine, d'après Frerichs), avec 4,05 pour 100 d'une graisse jaunâtre, butyreuse, et 5,21 pour 100 de phosphate calcaire. Dans le sperme mûr du bœuf, j'ai trouvé (*loc. cit.*): eau, 82,06; matériaux solides, 17,94, se décomposant en : substance des spermatozoïdes, 13,138; graisse phosphorée, 2,165; sels, 2,637.—Le *sperme éjaculé* résulte du mélange du sperme pur avec le liquide sécrété par les ampoules des canaux déférents, des vésicules séminales, de la prostate et des glandes de Cowper. Il est incolore, opalin, alcalin, et dégage une odeur spéciale. Au moment de l'émission, il est visqueux et gluant, comme du blanc d'œuf; en se refroidissant, il devient gélatineux; mais au bout d'un certain temps, il reprend sa fluidité. Quand on l'examine au microscope, on y trouve, outre les spermatozoïdes, une quantité assez notable d'un liquide transparent, qui, traité par l'eau, forme des flocons, des lambeaux blanchâtres et irréguliers, et qui, sans aucun doute, provient principalement des vésicules séminales. Cette substance, d'apparence gélatineuse, que Henle a décrite comme de la fibrine et que Lehmann considère comme un albuminate de soude, a été réunie par Vauquelin, dans une analyse du sperme éjaculé, avec la substance des spermatozoïdes sous le nom de *spermatine*. Voici la composition que ce chimiste assigne au sperme : spermatine, 6; eau, 90; phosphates terreux, 3, et soude, 1. — Quand le sperme se dessèche, il se forme une foule de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien entre les spermatozoïdes, qui ne s'altèrent nullement, ce qu'ils doivent probablement à la grande proportion de chaux qu'ils contiennent. Aussi les spermatozoïdes sont-ils encore reconnaissables au bout d'un temps très-considérable dans les taches spermatiques qu'on a ramollies; dans l'eau et dans les liquides de l'économie, ils résistent très-longtemps à la putréfaction (Donné les a retrouvés encore au bout de trois mois dans de l'urine putréfiée); la calcination elle-même laisse leur forme intacte (Valentin). Ce qui suit se rapporte aux filaments séminaux du taureau : l'acide sulfurique concentré colore le sperme en jaune, mais ne le dis-

sont pas, même au bout de vingt-quatre heures. Le sucre de raisin et l'acide sulfurique rendent le sperme d'un rouge pourpre, mais la coloration n'atteint que la substance interstitielle. L'*acide nitrique* concentré donne une couleur jaunâtre au sperme, et aussi, paraît-il, aux spermatozoïdes, qui, à part qu'ils sont un peu ratatinés, sont encore intacts au bout de vingt-quatre heures. Une coction de deux minutes dans l'acide nitrique ne suffit pas non plus pour dissoudre ces filaments. L'*acide chlorhydrique* froid ne modifie pas les spermatozoïdes. Bouillis dans cet acide, leurs corps se retrouvent encore, mais extrêmement pâles, tandis que les filaments sont ratatinés. Bouilli dans le réactif de Millon, le sperme devient rougeâtre ou rouge, et les filaments spermatiques eux-mêmes paraissent un peu colorés. L'*acide acétique* glacial n'attaque les spermatozoïdes, ni à froid ni par une coction prolongée; dans cet acide, ils se conservent des semaines. Bien plus énergique est l'action des *alcalis caustiques*, qui, il est vrai, n'agissent presque pas à froid, qu'on emploie des solutions à 1 ou à 35 pour 100. En élevant la température, on voit se dissoudre d'abord les filaments, et beaucoup plus tard les corps; ces derniers se dissolvent lentement, même dans des solutions à 35 pour 100. — Il résulte de ce qui précède que la substance des filaments spermatiques des mammifères (pour ceux des autres vertébrés, voyez mon mémoire cité plus haut) n'est point de l'albumine, mais se rapproche plutôt de la substance qui constitue les enveloppes des noyaux de cellule et les fibres élastiques; cependant elle se dissout plus facilement que ces dernières dans les alcalis caustiques.

Les *mouvements* des spermatozoïdes font souvent défaut dans le sperme pur, parce qu'il est trop concentré; le plus souvent ils ne se montrent que dans le sperme des vésicules séminales et dans le sperme éjaculé, ou dans le sperme pur étendu d'eau. Ce sont de simples mouvements alternatifs de flexion et d'extension ou des mouvements ondulatoires des appendices filiformes, qui déterminent, chez l'homme et les mammifères du moins, des déplacements, des tournoiements si rapides, si brusques et si variés, qu'ils ont porté les anciens anatomistes à considérer les éléments du sperme comme des animalcules; dans ces mouvements, c'est toujours la tête qui est en avant. — La durée de ces mouvements dépend de plusieurs circonstances : sur le cadavre, il n'est pas rare de les voir persister encore douze ou vingt-quatre heures après la mort (Valentin a même observé, dans un cas, des mouvements très-faibles après quatre-vingt-quatre heures), et dans les organes génitaux femelles, on peut les constater, chez les mammifères, même après sept ou huit jours révolus. L'*eau* fait cesser rapidement les mouvements des spermatozoïdes, qui assez souvent s'enroulent en anse. *Mais, dans cet état, les spermatozoïdes ne sont pas morts*, comme on l'a cru généralement jusqu'ici; j'ai constaté, au contraire, que des *solutions concentrées d'un sel alcalin, de sucre, d'albumine, d'urée, etc.* peuvent les ranimer. *Tous les liquides animaux à réaction alcaline et à un degré moyen de concentration* sont favorables aux mouvements des spermatozoïdes; au contraire, les *fluides acides* ou *trop dilués*, tels que l'urine acide, le lait

igri, le mucus acide, la bile diluée, exercent sur eux une influence délé-ère. Les solutions des *substances neutres* telles que le sucre, l'albumine, a glycérine, l'urée, l'amygdaline, etc., sont inoffensives quand elles sont moyennement concentrées; nuisibles, au contraire, quand elles sont trop tendues ou trop concentrées : il suffit d'ajouter, dans le premier cas, une dissolution concentrée; dans le second, une certaine quantité d'eau, pour appeler les spermatozoïdes à la vie. Les *sels alcalins* agissent exactement de a même façon : le chlorure de sodium ou de potassium, par exemple, est avorable aux mouvements quand il forme une solution contenant 1 pour 00 de principes salins; le sulfate de soude ou le phosphate de soude et de po-asse, 3 à 10 pour 100. Les *acides*, les *sels métalliques*, les *alcalis caustiques*, xercent une influence pernicieuse; mais, pour ces deux dernières classes e corps, cette action est précédée, d'après mes observations, d'un moment 'excitation, si bien que la *potasse et la soude peuvent être considérées omme les véritables excitants des spermatozoïdes*. Les narcotiques ne leur ont défavorables d'autant qu'ils altèrent la composition chimique des permatozoïdes, ou qu'ils sont trop dilués ou trop concentrés. L'alcool, 'éther, les huiles, la créosote, le chloroforme, le tannin, etc., agissent l'une manière funeste. Pour plus de détails sur l'influence qu'exercent es différents réactifs sur les mouvements des spermatozoïdes, voyez mon némoire déjà mentionné et les recherches de Quatrefages sur la même question. Le froid suspend les mouvements des filaments spermatiques; l en est de même de la chaleur, quand elle dépasse 43° à 45° Réaumur Cependant, quand la température est trop basse, la chaleur ranime le mouvements.

Les dernières années qui viennent de s'écouler nous ont valu, relativement au éveloppement des filaments spermatiques et à leur structure, une série de détails nouveaux, dont nous allons dire ici un mot.

Quant à la structure des filaments spermatiques, nous devons à Schweig-er-Seidel l'observation que les spermatozoïdes des amphibies, des oiseaux et des mammifères se composent de trois parties, d'un corps, d'un segment moyen et d'un lament terminal. Après un examen répété des filaments spermatiques des mam-ifères, je me range complétement à cet avis, et je recommande particulièrement ceux qui commenceront cette étude les gros éléments du taureau (fig. 381, 4). Le segment moyen a été décrit jusqu'ici comme portion antérieure et épaissie de la prétendue queue, mais il est nettement limité du côté du filament terminal, aussi bien que du côté de la tête. Ce segment, dont la longueur est, d'après Schweigger-Seidel, de 9 à 23 μ chez les mammifères, de 6 μ, chez l'homme, est-il véritable-ment immobile comme le corps? cela ne me paraît pas parfaitement démontré. Mais, comme plusieurs autres investigateurs, je ne saurais admettre l'opinion de Grohe, qui veut que le corps des filaments spermatiques soit lui-même contractile.—Grohe et Schweigger-Seidel admettent que toutes les parties des filaments spermatiques sont composées d'une enveloppe et d'un contenu. Il me semble cependant que toutes les observations faites jusqu'ici ne donnent aucune raison qui nécessite l'admission de ces deux parties.

Chez beaucoup d'animaux, et aussi chez les mammifères, de la Valette Saint-George a observé des mouvements amiboïdes dans l'intérieur des canalicules sémi-nifères. E. Sertoli décrit, dans les canalicules spermatiques de l'homme qu'il avait

laissés pendant 3 à 5 jours ou plus dans une solution de sublimé à 0,15 pour 100, puis quelques jours dans l'eau distillée, les cellules les plus externes comme ayant une conformation spéciale. Ces cellules, d'après lui, se continueraient, vers l'intérieur des canalicules, avec des prolongements simples ou multiples, parfois aussi seraient unies les unes aux autres. Bien que je n'aie pas donné grande attention à cet objet, je crois cependant devoir considérer cette observation comme exacte, car sur des canalicules spermatiques humains qui avaient macéré dans la potasse caustique concentrée, j'ai entrevu les formes que Sertoli représente.

Le *développement des filaments spermatiques* a été étudié par Henle, de la Valette Saint-George et Schweigger-Seidel, qui tous s'accordent avec moi pour faire naître le corps des filaments spermatiques des noyaux des cellules séminales. D'autre part, ces observateurs ne sont pas moins unanimes pour présumer que ces cellules prennent dans la formation du filament (segment moyen et filament terminal) une certaine part, qu'aucun d'eux cependant n'a précisée. En conséquence, j'ai repris à nouveau mes recherches sur ce sujet, et néanmoins je n'ai encore aujourd'hui aucun motif de revenir sur ce que j'avais dit précédemment. Les cellules séminales ne prennent aucune part à la formation du filament des spermatozoïdes; ce qui le démontre surtout, c'est que très-souvent *un grand nombre de filaments de spermatozoïdes se forment dans une cellule unique*, et, dans ce cas, tantôt ils perforent immédiatement la cellule par leurs filaments en voie de développement (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VII, pl. XIV, fig. 2, 7, 8), et tantôt, ce qui est plus rare, se trouvent enroulés sur eux-mêmes dans les cellules (fig. 382, B 1, 2). Si Henle nie l'existence de ces spermatozoïdes enroulés dans les cellules, et prétend qu'on ne les rencontre que dans les milieux qui produisent les formations en anse connues, il aurait dû songer que je ne manque pas d'une certaine expérience sur l'influence qu'exercent des solutions diversement concentrées sur les spermatozoïdes. Je sais du moins que si l'on veut trouver des spermatozoïdes enroulés dans l'intérieur des cellules, il ne faut pas faire durcir le testicule dans l'alcool, comme Henle l'a fait. J'affirme donc, aujourd'hui comme précédemment, qu'il existe des filaments enroulés dans leurs cellules formatrices, les ayant vus de nouveau chez le taureau et chez le chevreuil, et de la Valette Saint-George a fait la même observation; mais j'attache peu d'importance à cette disposition. J'en accorde davantage à la formation de plusieurs ou de nombreux spermatozoïdes aux dépens des noyaux de cellules multinucléaires, attendu que je ne vois pas comment, quand quatre, dix ou vingt noyaux se trouvent dans une même cellule, le contenu de cette cellule peut participer à la formation des filaments. Au surplus, j'ai encore cette fois vu des noyaux avec des filaments courts, en voie de croissance, et cela en si grand nombre que je n'ai pas le moindre motif pour faire dériver le filament d'autre chose que du noyau lui-même. Quant au mode de formation des filaments aux dépens du noyau, question que précédemment déjà j'ai déclarée non résolue, j'ai pu, en me servant de grossissements plus forts que ceux dont je disposais en 1855, faire quelques observations qui me paraissent dignes d'être publiées. J'ai trouvé, en effet, en examinant dans le sel de cuisine à 1/2 pour 100 le sperme non mûr du taureau, les formes représentées fig. 383, que je n'avais pas vues antérieurement; ces formes me paraissent démontrer que, dans la production des filaments, le noyau, en se développant, s'allonge d'abord à un de ses pôles en un tube délicat (*b*), qui se perfore ensuite d'une ouverture à son extrémité, et que le filament est une excroissance du contenu nucléaire, laquelle se montre dans l'intérieur du tube en question sous la forme d'un corpuscule conique (*b*), d'où naît ensuite le filament.

Plus tard, l'appendice de la membrane du noyau se détruit, et les filaments spermatiques se présentent ainsi que je les ai figurés précédemment (fig. 382, A, 2, 3, 4). Mais je n'ai pu encore déterminer exactement si le cône désigné en *c*, qui me paraît être le contenu nucléaire en train de bourgeonner, deviendra plus tard le segment moyen du filament spermatique, ou s'il concourt à former le corps de ce filament. Toutefois c'est la première hypothèse qui me paraît la plus vraisemblable.

Comme précédemment, j'ai rencontré souvent à l'extrémité antérieure des filaments spermatiques en voie de développement un petit renflement en forme de bouton, qui me rappelait le nucléole du noyau primitif. Je ne voudrais pas cependant prétendre, à priori, que ce nucléole est pour quelque chose dans la formation du spermatozoïde parfait. Je ferai remarquer aussi qu'évidemment Henle a observé des formes analogues à celles de la figure 383, 2 (*Splanchn.*, fig. 205); mais c'est à tort qu'il a voulu voir des cellules séminales dans l'appendice frêle qu'elles présentent, car il a peut-être confondu ces formes avec d'autres dans lesquelles, comme dans la figure 392, B, 2, le corps d'un filament spermatique enfermé dans une cellule déterminait une proéminence de cette cellule.

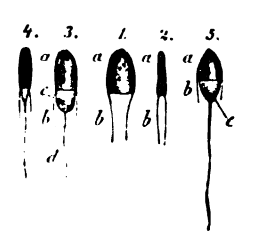


FIG. 383.

Les *cellules des canalicules séminifères* présentent parfois dès le jeune âge, presque toujours à un âge avancé, des granulations pigmentaires ou des gouttelettes graisseuses plus ou moins abondantes, et qui, lorsqu'elles existent, sont surtout développées dans les cellules les plus superficielles, d'apparence épithéliale.

La paroi des canalicules séminifères, y compris la membrane propre, est composée, suivant Henle, de petites écailles aplaties, rhomboïdales et pourvues d'un noyau qui, dans les couches internes de la paroi, se confondent entre elles et ne présentent que des noyaux peu distincts. Il m'est impossible de me rallier à cette opinion : d'une part, je considère la membrane propre comme une production spéciale, puisque jamais on n'y trouve de noyaux et que, d'après mes recherches (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 424), elle se développe antérieurement à la tunique fibreuse. En second lieu, j'ai, il est vrai, vu nombre de fois à la surface des canalicules spermatiques les cellules aplaties décrites par Henle ; mais je n'ai pu me convaincre qu'elles n'appartiennent point, soit au tissu conjonctif, soit à l'épithélium des vaisseaux ou des espaces lymphatiques avoisinants. Dans la paroi même des canalicules spermatiques s'observent, non-seulement des noyaux, comme je l'ai indiqué précédemment, mais encore des cellules à noyau; mais à côté d'elles, je trouve de la substance interstitielle, laquelle explique, en particulier, pourquoi les canalicules se gonflent si considérablement dans les alcalis étendus.

A partir de la puberté, les filaments spermatiques peuvent se produire dans le testicule à tous les âges; ils ont été observés par Duplay, Henle, ainsi que par moi-même, chez des vieillards de soixante-dix à quatre-vingts ans. Mais, d'autre part, ils font défaut très-souvent dans la vieillesse et aussi dans le jeune âge, dans ce dernier cas, paraît-il, particulièrement à la suite de longues maladies. Il est certain que sur les cadavres qui sont soumis à nos investigations, on les trouve rarement en très-grande quantité, et souvent ils font complétement défaut. Tous les canalicules spermatiques des testicules sont aptes incontestablement à produire du sperme ; néanmoins, chez tous les individus, on ne trouve pas de filaments spermatiques en voie de développement dans tous les canalicules. Cette particularité s'est présentée à moi d'une manière très-nette sur un taureau, dont certains canalicules spermatiques étaient plus étroits et dépourvus de spermatozoïdes, tandis que d'autres en offraient un développement considérable. Cependant il n'y avait point de région du testicule où l'on ne rencontrât de canalicules de la seconde catégorie, tandis que les premiers ne se montraient point vers le corps d'Highmore qui, chez cet animal, occupe le milieu du testicule.

FIG. 383. — Développement des filaments spermatiques du taureau. Grossissement de 570 diamètres. — 1-2, noyaux des cellules séminales, aplatis, renflés à leur partie antérieure *a*, étirés en arrière en un tube mince *b*; de face et de profil ; 3-4, deux aspects d'un noyau dont le filament commence déjà à pousser ; — *c*, mince appendice conique, qui semble être du contenu nucléaire en voie de bourgeonnement ; — *d*, filament. — 5, filament spermatique plus avancé en développement et dont le tube *b* a commencé à s'atrophier.

§ 191. **Enveloppes, vaisseaux et nerfs du testicule.** Le testicule, revêtu de la membrane albuginée, et une partie de l'épididyme sont enveloppés immédiatement par la *tunique vaginale* (*tunica vaginalis propria*, fig. 375, *b*, *d*, *f*), membrane séreuse très-mince, qui est une dépendance du péritoine et en partage complétement la structure. L'épithélium de la vaginale (fig. 384) est formé d'une couche de cellules de 11 μ d'épaisseur, cellules transparentes, polygonales, qui ont 11 à 18 μ de diamètre, et sont pourvues d'un beau noyau et quelquefois de granulations pigmentaires jaunâtres. Au niveau du testicule, ces cellules reposent immédiatement sur la tunique fibreuse, ou du moins le feuillet viscéral de la tunique vaginale se confond si bien avec la membrane fibreuse qu'il est impossible de l'en séparer; sur l'épididyme, au contraire, le feuillet séreux peut être isolé nettement, et se montre composé, comme celui du feuillet pariétal, d'un tissu conjonctif rigide, avec des noyaux allongés. La *tunique fibreuse commune* (*tunica vaginalis communis*) s'applique exactement sur la tunique vaginale et enveloppe, en outre, l'extrémité inférieure du cordon spermatique et l'épididyme; c'est une membrane dense, assez épaisse, formée d'un tissu conjonctif serré au niveau du testicule, plus lâche au-dessus, et mêlée de fibres élastiques. Entre elle, la tunique vaginale et l'épididyme, on trouve, vers les deux tiers inférieurs environ du testicule, une couche de *fibres musculaires lisses*, unie intimement aux deux organes : c'est la *membrane musculaire interne du testicule* (*crémaster interne*, Henle), d'où des fibres musculaires ont été suivies par Henle et par moi le long du canal déférent et du cordon. Dans les couches externes de la tunique commune, on trouve le *crémaster* (*crémaster externe*, Henle), dont les fibres musculaires striées sont entourées de gaînes de tissu élastique et se terminent par des tendons élastiques dans la tunique commune (Henle). Le *scrotum*, enfin, comprend la *membrane musculeuse externe du testicule* ou le *dartos*, lâchement uni avec la tunique fibreuse commune (voir pour cette membrane le § 38), et *la peau*, caractérisée par sa minceur, son défaut de graisse, la coloration de son épiderme et le nombre de ses glandes adipeuses et sudoripares, la plupart de grandes dimensions. Dans la portion postérieure du scrotum, Henle décrit, à côté du septum, une traînée de *tissu adipeux* qui unit la graisse du mont de Vénus à celle du périnée.

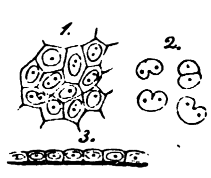


FIG. 384.

Les *vaisseaux sanguins* du testicule et de l'épididyme proviennent de l'*artère spermatique;* remarquable par son faible calibre et son long trajet, cette artère, un des éléments du cordon spermatique, gagne le bord postérieur du testicule et se divise en plusieurs branches, dont les unes pénètrent immédiatement dans le corps d'Highmore, et dont les autres serpentent dans l'épaisseur de l'albuginée et à sa face interne, pour gagner le bord

FIG. 384. — Épithélium de la tunique vaginale. — 1, vu de face; 2, noyaux des cellules; 3, vu de profil. Grossissement de 350 diamètres. Chez l'homme.

antérieur du testicule. Les vaisseaux destinés au parenchyme testiculaire partent, soit du corps d'Highmore, soit des points où les cloisons fibreuses se détachent de l'albuginée, cheminent dans ces cloisons et envoient dans l'intérieur des lobules une foule de ramuscules, qui forment autour des canalicules un réseau à larges mailles, composé de capillaires de 6 à 18 μ de diamètre. L'épididyme présente un réseau analogue, mais plus lâche encore, à la formation duquel participe également l'artère déférentielle (fig. 377). Le scrotum et les autres enveloppes du testicule reçoivent de nombreuses branches vasculaires des artères scrotales et honteuses externes. — Les *veines* accompagnent les artères, et quant aux *lymphatiques*, ceux du scrotum et de la tunique vaginale sont fort nombreux ; d'un autre côté, les belles recherches de Panizza (*Osservazioni*, tab. VIII), confirmées par Arnold et étendues récemment par Ludwig et Tomsa, nous ont appris que ceux du testicule sont fort développés ; ils proviennent soit de l'intérieur, soit de la surface du testicule et de l'épididyme et forment un beau réseau sous la membrane séreuse ; de ce réseau naissent plusieurs troncs qui font partie du cordon, s'unissent à ceux des enveloppes du testicule et se jettent enfin dans les ganglions lombaires.

Les *nerfs testiculaires* sont peu nombreux ; ils proviennent du plexus spermatique et gagnent le testicule avec les artères. C'est en vain que je me suis efforcé d'étudier leur trajet dans l'intérieur de l'organe ; rarement, en effet, on voit des nerfs à contours foncés dans l'intérieur du parenchyme, même sur les artérioles du plus fort calibre.

Suivant Rouget, la tunique musculeuse interne que j'ai découverte envoie des faisceaux, non-seulement sur l'albuginée, mais aussi dans les cloisons du testicule. — Les prétendues hydatides de Morgagni, pédiculées ou non pédiculées, qu'on trouve à la tête de l'épididyme, et qui sont considérées, les premières, comme un reste du conduit de Müller (oviducte de l'embryon), les autres comme un *vas aberrans* du testicule, contiennent toujours, d'après O. Becker, quand elles sont en communication avec des canalicules séminaux de l'épididyme, un épithélium vibratile ; mais elles peuvent aussi en renfermer quand elles sont parfaitement closes. — A la surface externe de la tunique fibreuse commune, Rektorzik a trouvé des appendices arrondis, non vasculaires, composés de tissu conjonctif et de fibres élastiques, ayant jusqu'à $0^{mm},67$ de diamètre et en nombre fort variable ; il les compare aux granulations de Pacchioni.

D'après les recherches de Ludwig et Tomsa (*Wien. Sitzungsber.*, t. XLIV, p. 221), l'intérieur du testicule est extrêmement riche en vaisseaux lymphatiques, et leurs appendices forment un système de larges tubes, entourant les canalicules séminaux et dépourvus de paroi propre. Ces observations ont été confirmées et étendues par His (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XIII, p. 469), Tommasi (*Virch. Arch.*, t. XXVIII, p. 370) et Frey (*ibid.*, p. 563). Il est démontré maintenant que dans ces canaux se rencontre également l'épithélium ordinaire des origines lymphatiques, et qu'ils représentent un riche réseau de conduits larges et délicats (His), qui entourent les canalicules séminifères à la manière de véritables vaisseaux. Des injections de nitrate d'argent, chez l'homme et chez le taureau, m'ont permis de répéter les mêmes observations. Chez le taureau, le diamètre des tubes les plus fins s'est trouvé être de 40 à 110 μ, tandis que les cellules épithéliales avaient l'énorme longueur de 90 à 100 μ, sur une largeur de 10 à 20 μ. Mais, outre ces véritables vaisseaux, le nitrate d'argent met encore en évidence partout, sur les canalicules spermatiques, des cellules épithéliales polygo-

nales, déjà décrites par Tommasi, et qui semblent appartenir à de vastes sinus lymphatiques terminaux dont on n'a pas encore démontré la communication avec les vaisseaux observés par moi ou par His.

§ 192. **Canal déférent, vésicules séminales et glandes accessoires.** *Organe de Giraldès.* — Le canal déférent est un tube cylindrique, de 2 à 3 millimètres de largeur moyenne, dont les parois ont 1mm,1 à 1mm,5 d'épaisseur, et la lumière 0mm,50 à 0mm,75 de diamètre. Il se compose d'une *tunique fibreuse* extérieure, très-mince, d'une couche épaisse de *fibres musculaires lisses*, placée en dedans de cette tunique, et d'une *membrane muqueuse*, qui tapisse la face interne de cette dernière. La *couche musculeuse* a 0mm,9 à 1mm,3 d'épaisseur; elle est composée, en dehors, de fibres longitudinales, en couche épaisse; à sa partie moyenne, de fibres circulaires ou obliques, formant une couche non moins puissante, et en dedans, enfin, de fibres longitudinales, dont l'épaisseur totale mesure 1/5e de celle de la tunique musculeuse tout entière. Les éléments de cette membrane sont des fibres-cellules rigides et pâles, longues de 0mm,22, et larges de 9 à 13 μ à leur partie moyenne; ils sont réunis par un peu de tissu conjonctif, mélangé de quelques fibrilles élastiques très-pâles. La *membrane muqueuse*, dont l'épaisseur est de 0mm,26, est blanche, plissée longitudinalement; dans la portion inférieure et la plus large du canal déférent (ampoule du canal déférent, Henle), elle présente une foule de plis plus ou moins saillants ayant 38 à 46 μ de longueur dans leur partie la plus mince, et entre ces plis, de petites fossettes de diverses largeurs, dont les plus étroites, mesurant 20 à 25 μ sur une section transversale, ont une certaine analogie avec des glandes utriculaires, sans être véritablement des glandes, comme Henle le prétend. On trouve aussi des culs-de-sac plus gros sur l'ampoule du canal déférent (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 322). Les deux tiers externes de la muqueuse sont plus blancs et contiennent un des réseaux élastiques les plus serrés que je connaisse; plus en dedans, au contraire, on rencontre une couche mince de tissu conjonctif vaguement fibrillaire, parsemée de noyaux, sur laquelle repose une simple couche d'épithélium pavimenteux. Les éléments de cet épithélium sont des cellules de 11 à 18 μ de diamètre et contiennent tous une certaine quantité de granulations pigmentaires brunâtres, d'où la coloration jaunâtre de la face interne de la muqueuse. Les *vaisseaux* du canal déférent sont très-distincts dans la tunique fibreuse externe; ils pénètrent également dans les couches musculeuses et muqueuses, où ils forment des réseaux lâches, composés de capillaires plus ou moins étroits. D'après Swan (*Nerves of thè Human Body*, pl. V, 82; pl. VI, 81), le canal déférent reçoit, dans sa portion pelvienne, de nombreuses ramifications nerveuses très-fines, formant autour de lui un plexus qui communique avec les plexus vésicaux latéraux et moyens, avec le plexus hémorrhoïdal et avec le plexus hypogastrique. Je me suis assuré de l'existence de ces nerfs, qui sont formés de fibres fines et de fibres de Remak; mais je n'ai pu les poursuivre dans l'épaisseur du canal déférent.

Les *conduits éjaculateurs* et les *vésicules séminales* présentent une structure

fort analogue à celle du canal déférent, dont ces dernières ne sont, comme o sait, que des appendices terminés en cæcum et garnis de prolongements verruqueux, tubuleux ou même ramifiés. Les conduits éjaculateurs, dans leur partie supérieure, ont des parois musculeuses, comme celles du canal déférent, mais plus minces. Vers la prostate, les tuniques s'amincissent encore davantage ; mais on retrouve, jusqu'à leur terminaison, des fibres musculaires mêlées à une quantité notable de tissu conjonctif et élastique. La muqueuse des conduits éjaculateurs présente partout, et même dans les parties situées dans l'épaisseur de la prostate, des plis, des dépressions analogues à celles qui se trouvent dans l'ampoule du canal déférent; cependant j'ai rencontré aussi dans l'épaisseur de la prostate des places où la surface était lisse. Le tissu caverneux que Henle décrit dans la musculeuse de la portion prostatique des conduits éjaculateurs, et auquel il donne une certaine importance au point de vue physiologique, n'a été observé par moi, sur une prostate que j'ai complétement divisée en coupes transversales, qu'au point d'entrée des canaux dans la glande, mais non point dans l'épaisseur de celle-ci. Les parois des *vésicules séminales* sont beaucoup plus minces que celles du canal déférent; elles ont d'ailleurs exactement la même structure, si ce n'est que la membrane muqueuse, très-distincte et vasculaire, offre dans toute son étendue les dépressions alvéolaires qui se voient dans l'ampoule du canal déférent. Extérieurement, les vésicules séminales sont entourées, d'après mes recherches (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, I, p. 67), d'une membrane formée en partie de tissu conjonctif seulement, en partie de tissu conjonctif et de *fibres musculaires lisses:* cette dernière conformation se voit notamment à la face postérieure. Cette enveloppe pénètre également entre les diverses circonvolutions des vésicules et les unit entre elles. Une portion des fibres musculaires de cette couche passent, dans le fond de l'excavation recto-vésicale, sur le rectum (voy. Henle, *Splanchnol.*, fig. 280, 281). Cette même couche forme, entre les extrémités inférieures des deux vésicules, un large ligament musculeux. — Les vésicules séminales *contiennent*, à l'état normal, un liquide transparent, légèrement visqueux, qui se transforme après la mort en une substance gélatiniforme, mais qui acquiert bientôt une fluidité parfaite. Ce liquide renferme une matière protéique très-soluble dans l'acide acétique, évidemment la même que celle qui existe dans la portion liquide du sperme éjaculé. Très-souvent j'ai rencontré, de même qu'un grand nombre d'observateurs, des spermatozoïdes dans les vésicules, dont la fonction principale est bien certainement de sécréter un liquide spécial. Les *nerfs* des vésicules séminales sont nombreux; mais ils n'ont pas encore été étudiés dans tous leurs détails.

La *prostate*, ainsi que je l'ai montré le premier, est un organe très-musculeux, dont la substance glandulaire forme à peine plus du tiers ou de la moitié. En procédant de dedans en dehors, on y rencontre d'abord une muqueuse fort mince, dont l'épithélium, encore toujours composé de plusieurs couches, mesure 58-62 μ d'épaisseur et, comme celui de la

vessie, se compose d'éléments arrondis, cylindriques et pavimenteux; en dedans de la muqueuse, et unie intimement avec elle, se trouve une couche de fibres longitudinales jaunâtres, étendue en partie entre le trigone vésical et la crête uréthrale, en partie indépendante des muscles de la vessie; cette couche est formée en égale quantité de tissu conjonctif avec fibres élastiques et de fibres musculaires lisses. On rencontre ensuite une épaisse couche de fibres circulaires, qui se continue avec le sphincter vésical et qui s'étend jusqu'au *caput gallinaginis*; cette couche a la même structure que la précédente; je l'appellerai *sphincter de la prostate* ou *sphincter vésical interne*, Henle. Ces différents plans musculaires enlevés, on tombe enfin sur le véritable tissu glandulaire de la prostate, lequel occupe surtout, par conséquent, la portion la plus externe de l'organe, mais dont quelques lobules, cependant, plongent dans les couches musculeuses, et dont les nombreux canaux excréteurs traversent les fibres circulaires et longitudinales. La substance glandulaire de la prostate est très-dense et d'une couleur gris rougeâtre; elle se divise assez facilement en fibres dans le sens du diamètre transversal de l'organe, ou, plus exactement, elle rayonne des côtés du *verumontanum* vers tous les points de la surface extérieure, et se compose, d'une part, d'un certain nombre de gros faisceaux évidemment *musculaires*, réunis par du tissu conjonctif, d'autre part, des *glandules prostatiques*. Celles-ci, au nombre de 30 à 50, appartiennent aux glandes acineuses composées; elles sont piriformes ou coniques et se distinguent des glandes en grappe ordinaires par leur texture très-lâche, par leurs vésicules nettement pédiculées et par leurs lobules primitifs peu développés, particularités qui tiennent en partie au tissu fibrillaire très-abondant qui sépare leurs divers éléments. Les *vésicules glandulaires* sont piriformes ou sphériques; elles ont 110 à 220 μ de diamètre et sont revêtues intérieurement d'une couche de cellules épithéliales polygonales ou cylindriques, de 9 à 11 μ de hauteur, qui renferment des granulations pigmentaires brunâtres; tandis que l'épithélium des conduits excréteurs, dont, comme Henle, je trouve deux plus gros, de 140 μ de diamètre, dans le verumontanum même, est le même que celui de la portion prostatique de l'urèthre, mais n'a que 20 à 40 μ d'épaisseur. La prostate paraît *sécréter* une matière analogue à celle que fournissent les vésicules séminales; car, d'après Virchow, les concrétions connues sous le nom de *calculs prostatiques* seraient formées d'une substance protéique soluble dans l'acide acétique et identique avec celle que l'on trouve dans les vésicules séminales; ces concrétions, qui se forment dans les vésicules glandulaires des vieillards, sont arrondies, stratifiées, et atteignent un diamètre de 67 à 220 à 700 μ et plus. — La prostate est enveloppée étroitement d'une membrane fibreuse riche en fibres musculaires lisses, développées surtout dans la portion qui est située en avant de l'urèthre et qui renferme moins d'éléments glanduleux. Là se rencontrent aussi des fibres musculaires striées superficielles (*sphincter vésical externe*, Henle), décrites pour la première fois par Henle, et qu'on peut considérer

comme une dépendance du muscle uréthral de la portion membraneuse ou transverse périnéal profond de Henle, parce qu'elles se continuent directement avec lui et en partagent les fonctions. Je trouve cette couche musculaire striée, formée de fibres recourbées en arc de cercle et plus développée que ne le figure Henle (*Splanchn.*, fig. 284), sur toute la longueur de la prostate ; je vois aussi, entre ces fibres et la paroi intérieure de l'urèthre, des faisceaux longitudinaux de fibres musculaires lisses, plus volumineux que ceux que j'avais observés antérieurement. Les *vaisseaux* de la prostate sont nombreux ; parmi eux, les nombreux capillaires qui entourent les glandules et un riche réseau veineux qui se trouve au-dessous de la muqueuse uréthrale (Henle le décrit comme du tissu caverneux), méritent une mention spéciale. Le trajet des *nerfs* dans l'intérieur de la prostate est encore inconnu.



FIG. 385.

Le verumontanum (*colliculus seminalis*) contient dans son épaisseur l'extrémité des fibres longitudinales jaunâtres du trigone vésical, formées de muscles lisses, de fibres élastiques et de tissu conjonctif (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, I, p. 64); ces fibres constituent dans la portion supérieure de l'organe, là où l'utérus mâle est encore assez profond, une sorte d'axe central, que Henle a figuré le premier (*Splanchnol.*, fig. 294). Dans les parties latérales de cette saillie, se trouvent un nombre variable de petites *glandes*, qui ont la même structure que celles de la prostate et qui s'ouvrent à sa surface.

L'*utérus mâle* ou la *vésicule prostatique*, contenue dans le verumontanum entre les deux conduits éjaculateurs, présente une conformation très-variable : tantôt elle est assez développée pour faire saillie au-dessus du fond de la prostate et même, dans des cas exceptionnels, pour former un véritable utérus et un vagin, et tantôt elle manque complétement, comme je l'ai observé tout récemment dans un cas. Elle possède une paroi d'un blanc jaunâtre, composée principalement de tissu conjonctif et élastique; à ces éléments s'ajoutent, dans le col de la vésicule, quelques rares fibres musculaires lisses; ces fibres sont très-abondantes dans le fond de l'organe, revêtu à sa face interne d'un épithélium stratifié de 40 μ d'épais-

FIG. 385. — Section transversale du verumontanum, immédiatement au-dessous de l'embouchure des canaux éjaculateurs. Grossissement de 8 diamètres ; *a*, cavité du commencement de l'utérus mâle. — Dans la paroi épaisse de cet organe, on voit de nombreuses glandes, dont beaucoup contiennent des concrétions comme les autres glandes de la prostate ; une portion de ces concrétions sont visibles en *b*.

seur. Henle a signalé dans la paroi de la vésicule des glandes simples ou composées, qui m'ont présenté la même structure que celles de la prostate et parfois aussi les mêmes concrétions. Le tissu caverneux des parois de l'utérus mâle qu'a décrit Henle, n'est point constant et manque complétement dans certains cas. Dans l'utérus mâle du *cheval*, Brettauer (chez Becker, *l. i. c.*, p. 84) a trouvé de l'*épithélium vibratile*.



FIG. 386.

Les *glandes de Cowper* sont des glandes en grappe composées, compactes, dont les vésicules terminales ont 45 à 90 μ de diamètre et sont tapissées d'un épithélium pavimenteux, tandis que les canaux excréteurs possèdent un épithélium cylindrique. La membrane délicate qui sert d'enveloppe à la glande tout entière, de même que le stroma intérieur, présente une assez grande quantité de *fibres musculaires lisses*; récemment j'ai trouvé également de ces fibres, en mince couche longitudinale, sur les canaux excréteurs de 1/2 millimètre de diamètre. Ces glandes sécrètent un *mucus ordinaire*, qu'il est facile d'extraire des canaux excréteurs.

L'*organe de Giraldès* (*corps innominé*, Giraldès, *parépididyme*, Henle) est un petit corps allongé, situé à l'extrémité supérieure du testicule, dans le cordon, au voisinage des vaisseaux, sur le côté opposé à celui où se trouve le canal déférent. Il a une longueur de 13 millimètres, une couleur blanchâtre, et se compose, à l'inspection microscopique, d'un assez grand nombre de parties tubuleuses et vésiculeuses, de forme variée, enveloppées d'une substance conjonctive assez riche en vaisseaux. Les tubes sont tantôt simples, rectilignes ou onduleux, tantôt garnis de prolongements, parfois tellement nombreux qu'ils ressemblent à des segments de la prostate ou d'une parotide d'embryon. Çà et là aussi des tubes simples présentent des culs-de-sac latéraux, lesquels, en s'étranglant à leur base, donnent naissance à des vésicules isolées. Tous les canaux de cet organe, qui, d'après Giraldès, atteint son plus grand développement chez les garçons de six à dix ans et qu'il a considéré, évidemment avec raison, comme un reste du corps de Wolff, analogue à l'organe de Rosenmüller, présentent une enveloppe conjonctive et un épithélium pavimenteux, qui, chez l'adulte, renferme beaucoup de graisse et plus ou moins de liquide dans son intérieur. Il reste à rechercher si cet organe ne se continue pas, à sa partie inférieure, avec l'épididyme, cas dans lequel il ne représenterait qu'un *vas aberrans* transformé d'une façon spéciale.

Chez les gens âgés, les glandules prostatiques présentent un tel développement de leurs vésicules glandulaires, qui atteignent jusqu'à $0^{mm},5$ à $0^{mm},7$, que le tissu de l'organe paraît véritablement spongieux, lorsque les concrétions qui se forment dans les vésicules glandulaires ont été éloignées. Dans ces cas, le revêtement des petits espaces glandulaires est habituellement formé par un épithélium stratifié, tel qu'on

FIG. 386. — Un des tubes de l'organe de Giraldès, chez l'adulte. Grossissement de 50 diamètres. Il a été traité par la potasse, ce qui fait que les cellules épithéliales ne sont pas distinctes.

le trouve dans les gros canaux. — Contrairement à Henle, je crois que la sécrétion des glandes de Cowper et de la prostate est en rapport avec les fonctions de la génération ; il me paraît complétement impossible que dans l'éjaculation du sperme, qui s'accompagne de la contraction du bulbo-caverneux et des masses musculaires de la prostate, le produit de sécrétion des glandes qu'enveloppent ces muscles, ne soit pas expulsé en même temps. Il peut y avoir néanmoins des connexions entre ces deux espèces de glandes et l'urèthre. Mais ce canal a ses glandes propres, et chez la femme, la glande de Cowper est tellement disposée que rien ne peut faire supposer des fonctions spéciales relatives à l'appareil urinaire.

§ 193. **Organes de la copulation.** — L'*organe de la copulation*, chez l'homme, est le *pénis* ou la *verge*, composé de trois corps vasculaires et érectiles, c'est-à-dire des *corps spongieux* ou *caverneux* ; il est fixé au bassin, et creusé par l'urèthre. Outre son enveloppe cutanée, il est revêtu de plusieurs membranes fibreuses distinctes ; trois muscles spéciaux, enfin, se rattachent à cet organe.

Les *corps caverneux* du pénis sont deux cylindres, écartés l'un de l'autre en arrière, réunis en avant et séparés seulement par une cloison incomplète ; ils présentent à considérer une *membrane d'enveloppe fibreuse* ou *membrane albuginée* et un *tissu spongieux*. La membrane fibreuse est blanche, brillante, très-dense ; elle a 1 millimètre d'épaisseur et forme non-seulement l'enveloppe extérieure des corps spongieux, mais encore la cloison mince et incomplète qui les sépare l'un de l'autre dans leur moitié antérieure. Elle se compose de tissu conjonctif ordinaire, mélangé, comme dans les ligaments et les tendons, d'une foule de fibres élastiques fines. A sa face interne se voit le *tissu spongieux*, tissu jaune ou jaune-rougeâtre à l'état de vacuité, formé d'une multitude innombrable de fibres et de lamelles (*trabécules des corps caverneux*) réunies pour constituer des mailles étroites, polygonales, qui s'anastomosent toutes entre elles et ressemblent d'une manière frappante aux vacuoles d'une éponge. Ces mailles ou *espaces veineux* des corps spongieux sont remplis pendant la vie par du sang veineux. Toutes les trabécules ont la même structure ; elles sont recouvertes extérieurement d'une couche simple de cellules épithéliales pavimenteuses, qui adhèrent très-intimement ensemble et qu'il est souvent impossible d'isoler. Au-dessous de l'*épithélium des espaces veineux*, on rencontre le tissu fibreux proprement dit, composé de parties sensiblement égales de tissu conjonctif et élastique et de fibres musculaires lisses, et servant d'enveloppe, dans un certain nombre de trabécules, mais non dans toutes, à des artères et à des nerfs plus ou moins volumineux. Les éléments musculaires des trabécules se reconnaissent déjà, sous l'influence de l'acide acétique, à leurs noyaux, qui sont tout à fait caractéristiques ; mais en les traitant par l'acide nitrique au cinquième, on peut les isoler en grand nombre et constater que ce sont des fibres-cellules de 45 à 63 μ de longueur, sur 4,5 à 5,5 μ de largeur.

Le *corps spongieux de l'urèthre* présente exactement la même texture que ceux du pénis ; seulement, 1° la *membrane fibreuse*, qui, dans le bulbe, forme

aussi un rudiment de cloison, est beaucoup plus mince (0mm,2, d'après Henle), moins blanche et plus riche en éléments élastiques; 2° les espaces veineux y sont plus étroits, surtout dans le gland; 3° les trabécules y sont plus fines et plus riches en fibres élastiques. Leur structure est d'ailleurs la même.

C'est ici le lieu de parler de l'*urèthre de l'homme*. Au niveau de l'isthme, c'est un canal indépendant des parties voisines; à son origine et à sa terminaison, il est formé simplement par une membrane muqueuse, qu'entourent la prostate et le corps spongieux de l'urèthre. La *muqueuse uréthrale* présente d'abord une couche longitudinale de tissu conjonctif, riche en fibres élastiques; au-dessous de cette couche, on rencontre, non-seulement dans la portion prostatique, comme il a été mentionné, mais encore dans la portion membraneuse, des fibres musculaires lisses, mêlées au tissu fibreux ordinaire. Ces fibres musculaires, moins développées, il est vrai, dans cette dernière, sont dirigées en long et en travers; elles recouvrent les fibres striées qui composent le *muscle uréthral* (*transverse périnéal profond* et *sphincter vésical externe*, Henle). Même dans la portion spongieuse, le tissu sous-muqueux présente encore çà et là des fibres musculaires, et toujours, à une certaine profondeur, on tombe sur des fibres longitudinales mélangées de tissu musculaire plus ou moins abondant. Or, ces fibres ne peuvent être envisagées comme appartenant au corps caverneux, car il n'y a point entre elles d'espaces veineux; elles constituent une membrane continue, qui forme la limite du tissu spongieux, du côté de la muqueuse uréthrale. — L'*épithélium* de l'urèthre est composé de cellules cylindriques pâles, de 26 μ de longueur; mais au-dessous d'elles, on trouve une ou peut-être deux couches de petites cellules arrondies ou oblongues. Dans la moitié antérieure de la fosse naviculaire, on observe déja des papilles de 68 μ de longueur et un épithélium pavimenteux stratifié, de 80 à 100 μ d'épaisseur. D'après Jarjavay, ces papilles s'étendent à 1 ou 1 ½ et même 4 centimètres en arrière, et sont disposées en séries sur une surface triangulaire, à sommet postérieur et supérieur. — Dans l'isthme et dans la portion spongieuse de l'urèthre, on rencontre un assez grand nombre de glandes de Littre; ces glandes ont 0mm,74 à 1 millimètre de diamètre et ressemblent, en général, aux glandes en grappe, dont elles se distinguent néanmoins par la forme tubuleuse et le trajet, souvent


FIG. 387.

FIG. 387. — Glande de Littre de la fosse naviculaire de l'homme. Grossissement de 350 diamètres.

très-flexueux, de leurs vésicules glandulaires; celles-ci ont jusqu'à 90 et même 180 μ de largeur. On trouve aussi çà et là, au milieu des glandes de Littre, des glandules plus simples (fig. 387); dans la portion prostatique enfin, ces glandes font place à de simples follicules muqueux, analogues à ceux que nous avons décrits dans le col vésical. Les canaux excréteurs des glandes de Littre ont 2 à 4 millimètres de longueur; ils se portent en avant et perforent obliquement la membrane muqueuse. Leur épithélium, de même que celui des vésicules, est cylindrique, mais se rapproche plus ou moins de l'épithélium pavimenteux (fig. 387). Les glandes de Littre sécrètent du *mucus* ordinaire, qu'on trouve souvent accumulé en quantité considérable dans les vésicules dilatées. — On a donné le nom de *lacunes de Morgagni* à des dépressions de la muqueuse dont l'existence est loin d'être constante et auxquelles je n'ai trouvé aucun caractère glandulaire.

L'*aponévrose pénienne* est une membrane fibreuse, riche en fibres élastiques, qui entoure le pénis depuis sa racine jusqu'au gland. Au niveau de la racine, elle se continue avec l'aponévrose du périnée et de la région inguinale; elle contribue également à la formation du *ligament suspenseur de la verge*, étendu de la symphyse pubienne à la face dorsale de cette dernière et renfermant une grande quantité de véritable tissu élastique. En dehors, elle se continue, sans ligne de démarcation, avec la *peau* de la verge. La peau conserve les caractères du tégument externe jusqu'au bord libre du *prépuce*, formé par une simple duplicature de cette membrane, qui se distingue néanmoins par sa finesse et par son tissu sous-cutané spécial; ce dernier est très-abondant, dépourvu de graisse, et renferme une couche de fibres musculaires lisses, qui se continue avec le *dartos* (voy § 35), et se prolonge en avant jusque dans le prépuce. A partir du bord libre du prépuce, la membrane d'enveloppe du pénis prend les caractères des muqueuses; elle cesse de présenter des poils et des glandes sudoripares, mais elle offre des papilles très-développées et s'amincit encore davantage. Sur le gland, elle est intimement unie au tissu spongieux, et l'épithélium qui la couvre est plus mou (§ 46, fig. 69, 4), mais a toujours 78 à 125 μ d'épaisseur. Quant aux glandes sébacées (*glandes de Tyson*) qu'on trouve en ce point, et pour ce qui est du *smegma* préputial, voy. le § 69 et la fig. 100.

Les *artères du pénis* proviennent de la honteuse interne et ne présentent une disposition spéciale que dans le corps caverneux. Abstraction faite de quelques ramuscules de l'artère dorsale, les corps caverneux ne reçoivent que les *artères profondes du pénis;* ces artères, après avoir envoyé quelques branches dans le bulbe des corps caverneux, se dirigent d'arrière en avant, placées sur les côtés de la cloison et entourées d'une gaîne de tissu conjonctif et musculaire qui se continue avec le réseau des trabécules. Dans ce trajet, elles fournissent au tissu spongieux de nombreux rameaux, anastomosés entre eux; quelquefois ces rameaux, qui sont très-flexueux, si ce n'est pendant l'érection, occupent l'axe des trabécules et, d'après les recherches remarquables de C. Langer, se terminent différemment

dans les diverses régions. Ainsi, sur toute la surface des corps caverneux, immédiatement contre l'albuginée et la cloison, les terminaisons des artères forment un véritable réseau capillaire (*réseau cortical superficiel*, Langer), lequel communique par des prolongements avec le *réseau cortical profond* de Langer, composé de mailles beaucoup plus larges, évidemment veineuses (fig. 388). D'autre part, dans ce réseau cortical profond s'ouvrent directement des artères de 66 μ de largeur, qui n'ont point préalablement donné naissance à des capillaires. De la même façon, enfin, à l'intérieur du corps spongieux, des rameaux artériels de 66 à 88 μ s'ouvrent dans les grands espaces veineux qui s'y rencontrent. En outre, on trouve: 1° dans la paroi de l'artère profonde, un véritable réseau capillaire de *vasa vasorum*, d'où le sang est conduit par de petites veines dans un réseau d'espaces veineux plus larges qui entoure l'artère, et qui répond au réseau cortical profond; 2° on trouve aussi dans les trabécules de l'intérieur du corps caverneux des réseaux capillaires à larges mailles, composés de vaisseaux de 22 μ, qui peut-être se continuent avec les espaces veineux comme ceux du réseau cortical superficiel. Les *artères hélicines* de J. Müller, dont il a été si souvent question, sont de petites artères réunies ordinairement en faisceaux ou pelotons, recourbées en tire-bouchon, très-flexueuses et terminées en cul-de-sac ou prolongées par de nombreux petits vaisseaux très-fins, elles sont considérées par Rouget et Langer comme résultant d'injections incomplètes, tandis que Henle, qui autrefois était du même avis, les défend aujourd'hui et décrit sur elles de nombreux appendices très-fins (de 5 μ), terminés en cul-de-sac et dont la signification est douteuse (*Splanchn.*, fig. 310).

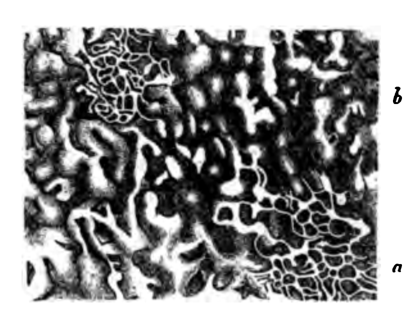


FIG. 388.

Ainsi donc les espaces veineux des corps caverneux du pénis communiquent avec les artères, dans certaines régions, par l'intermédiaire d'un réseau capillaire; mais les recherches récentes confirment, pour ce qui est des autres régions, la communication directe des petites artères avec ces espaces. On pourrait donc considérer encore les espaces veineux toujours comme remplaçant en partie le réseau capillaire des autres régions. Mais comme, évidemment, le premier mode de communication est le plus fréquent, il conviendra peut-être plutôt de les regarder comme des plexus veineux à parois très-minces.

Les canaux de décharge *veineux* naissent, les uns, directement des plexus

FIG. 388. — Réseau cortical large et réseau cortical fin du corps caverneux du pénis de l'homme. Grossissement de 10 diamètres. D'après Langer.

ıeux caverneux, c'est-à-dire du réseau cortical profond, comme les ites *veines* dites *émissaires*, qui vont s'ouvrir dans la *veine dorsale du is*. Les autres naissent *de l'intérieur* de l'organe érectile et passent par lacunes du réseau cortical, comme les *veines émissaires inférieures* Kobelt et les *veines profondes*, disposition dans laquelle Langer voit la se de l'obstacle à l'écoulement du sang veineux dans l'érection. Cette nion peut se concilier avec ma théorie de l'érection, car je prétends lement que les troncs des veines efférentes ne sont pas obstrués dans ection, et non pas qu'ils ne sont pas rétrécis.

ıans le *corps* et dans le *bulbe* du corps spongieux de l'urèthre, on trouve eu près la même disposition générale que dans le corps caverneux du is, avec cette différence cependant qu'*on ne voit les artères se terminer ctement dans les espaces veineux* que dans le bulbe et que, des veines efférentes, celles du bulbe seules se comportent comme les veines profondes. ıs l'urèthre, il existe un réseau capillaire formé par une portion des terıaisons artérielles, et d'où naît ensuite un plexus veineux occupant les ıches profondes de la muqueuse, plexus qui, à son tour, communique c les espaces veineux du corps caverneux.

ıans le *gland*, d'après les recherches de Langer, la circulation se fait tout au moyen de vaisseaux capillaires et l'on trouve, non-seulement ı surface de l'organe, dans le derme, qui se confond avec son tissu erneux, *mais aussi partout dans l'intérieur*, ces mêmes réseaux fins qui été décrits plus haut comme réseau cortical superficiel des corps caıeux, et dont les vaisseaux ont au plus 33 μ. Pour soutenir ces vaisseaux cats, les trabécules sont plus développées dans le gland qu'ailleurs; t pourquoi les veines se présentent comme des vaisseaux véritables, à ois propres, plutôt que comme de simples espaces dans un tissu sponıx. Dans les veines du plexus honteux, jusqu'à la prostate et la vessie, ıger décrit des plis de leur surface interne, que connaissait déjà Santo· et qui sont dus à des faisceaux musculaires saillants.

es *vaisseaux lymphatiques* forment, dans la peau du gland, dans le préıe et dans le fourreau de la verge, des réseaux très-fins et très-serrés, ı partent plusieurs troncs lymphatiques qui cheminent à côté des vaisıx dorsaux, pour aboutir aux ganglions inguinaux superficiels. D'après ıcagni, Fohmann et Panizza, il y aurait aussi dans l'intérieur du gland, our de l'urèthre, de nombreux lymphatiques, lesquels suivraient un trarétrograde le long de l'urèthre et gagneraient les glandes pelviennes.

es *nerfs du pénis* proviennent des nerfs honteux internes et du plexus erneux du grand sympathique. Les nerfs honteux internes se ramifient ıcipalement dans la peau et dans la muqueuse uréthrale; ils fournissent -peu de branches aux corps caverneux, qui seuls reçoivent des ramifions du grand sympathique. Les rameaux des nerfs honteux internes erminent comme tous les nerfs cutanés; on trouve spécialement dans land des bifurcations de fibres primitives et des renflements termix ou corpuscules de Krause nombreux (voy. § 40). Le mode de termi-

naison des branches sympathiques est encore inconnu, bien qu'il soit facile de démontrer, dans les trabécules des corps caverneux, des filets nerveux composés de tubes minces et de fibres de Remak.

Les muscles lisses des corps caverneux sont très-développés dans le pénis du cheval et de l'éléphant, mais on les retrouve aussi chez les autres mammifères. Relativement aux artères hélicines, il semble que les longues discussions auxquelles elles ont donné lieu doivent être closes par les travaux de Rouget et de Langer, qui se rallient à l'ancienne opinion d'Arnold. D'après cet anatomiste, certaines portions des corps caverneux contiennent dans leurs alvéoles des faisceaux spéciaux d'artères, analogues aux réseaux admirables artériels unipolaires, dont les diverses branches, cependant, ne se terminent pas en cul-de-sac, mais pénètrent comme habituellement dans les trabécules et s'y terminent. L'apparence d'hélices terminées en cæcum ou fournissant un vaisseau très-fin résulte d'une injection incomplète.

Le corps caverneux de l'urèthre, d'après Jarjavay, présente dans sa portion antérieure et dans le gland la texture des *réseaux admirables veineux*. — Dans l'*enveloppe* des corps caverneux du pénis, Ellis trouve deux couches de fibres musculaires, une externe, longitudinale, et une interne, circulaire, dont les faisceaux forment des réseaux à mailles étroites et dont l'interne se prolonge aussi dans la cloison. Après avoir de nouveau examiné ces parties, je ne trouve pas que ces assertions soient justifiées. Il ne m'a pas été donné davantage de voir les fibres musculaires décrites, il y a longtemps, par Hancock dans l'anneau fibreux qui entoure l'urèthre dans la portion antérieure du gland. Par contre, j'ai observé des *faisceaux annulaires* et des *fibres musculaires lisses*, non encore décrits à ma connaissance, dans l'albuginée du corps spongieux de l'urèthre, le long du corps du pénis. — Jarjavay ne désigne sous le nom de glandes de Littre que celles de la portion membraneuse, et il appelle *lacunes de Morgagni* celles de la portion caverneuse. Cette distinction n'est pas justifiée, puisqu'il n'y a là qu'une seule espèce de glandes, qui toutefois se présentent sous diverses formes simples ou composées. Henle nomme lacunes les formes simples des glandes de Littre, avec de longs canaux excréteurs, qu'il dit se présenter aussi comme de simples canaux en cul-de-sac. Parmi les glandes de la portion caverneuse, les plus grosses, au nombre de 5 à 22, sont le plus souvent disposées en série simple sur la ligne médiane de la paroi supérieure. Les petites se trouvent particulièrement sur les côtés, mais aussi sur la paroi supérieure.

D'une manière générale, l'*étude des organes génitaux* de l'homme n'offre point de grandes difficultés. Les *canalicules spermatiques* s'isolent avec une extrême facilité, et en les déplissant avec quelque soin, on trouve toujours quelques bifurcations. Pour les examiner dans tout leur trajet, il est nécessaire de les injecter au mercure, d'après les données de Lauth ou de Cooper, qu'on trouve rapportées dans tous les manuels, ou en suivant la méthode de Sappey (v. plus haut), qui se sert d'acide nitrique étendu pour isoler les canalicules. Gerlach recommande, pour les recherches microscopiques, une solution de gélatine colorée avec du carmin ou du chromate de plomb. Pour étudier les *éléments du sperme* et notamment le développement des filaments spermatiques, il faut employer des liquides neutres, surtout une solution de sel de cuisine à ½ pour 0/0 ou de phosphate de soude à 3-5 pour 0/0. Le canal déférent peut être étudié parfaitement sur des tranches durcies ou desséchées avec ou sans carmin; il en est de même des glandules de la prostate. Les muscles de cette dernière et des corps caverneux ne sont distincts que sur des pièces fraîches ou traitées par l'acide nitrique. Pour montrer la disposition des vaisseaux dans les corps caverneux, on peut se servir d'injections ordinaires, en injectant différemment les artères et les veines; mais les pièces corrodées, comme celles qu'a faites Langer, sont les plus démonstratives, comme je m'en suis assuré directement.

Bibliographie. — A. Cooper, *Obs. on the structure and Diseases of the testis.* London, 1830, avec 24 planches. — E. A. Lauth, *Mém. sur le testicule humain.*

. *de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg*, I, 1833. — C. Krause, *hte Beobachtungen*, in *Müll. Arch.*, 1837, p. 20. — E. H. Weber, *De spermatica deferente, de vesica prostatica et vesiculis seminalibus Progr.*, in *Progr. coll.*, II, 1851, p. 178; *Zusätze zur Lehre vom Bau und den tungen der Geschlechtsorgane*, Leipzig, 1846. — C. J. Lampferhoff, *De vesi-i seminalium natura et usu.* Berol., 1835. — R. Leuckart, *Vesicula prosta-Cycl. of Anat.* — Luschka, *Die Appendiculargebilde der Hoden*, in *Vir-Arch.*, II, p. 310. — Kölliker, *Ueber die glatten Muskeln der Harn-und htsorgane*, in *Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln*, in *Zeitschr. f. ool.*, I. — Fr. Leydig, *Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und isen der Säugethiere*, in *Zeitschr. wiss. Zool.*, II. — O. Becker, *Ueber repith. im Nebenhoden des Menschen*, in *Wien. Wochenschr.*, 1856, n° 12, et ott's *Unters.*, II, p. 71. — Fick, *Ueber d. Vas deferens*, in *Müll. Arch.*, 1856, — Jarjavay, *Rech. anat. sur l'urèthre de l'homme*, Paris, 1857. — Viner i *Med.-chir. Trans.*, 1857, p. 327. — E. Rektorzik, *Vork. e. d. prech. analog. Formation an der Tunica vagin. communis*, in *Sitzungsb. d. Wien.* 1857, p. 154. — L. J. Herckenrath, *Bijdrage tot de Kennis van der bouw icula sem.*, Amsterd., 1858, *Diss.* — Lewin, in *Deutsch. Klinik*, 1861, 33. — Ludwig et W. Thomsa, *Die Anfänge der Lymphgefässe im Hoden*, in *sb. d. Wien. Akad.*, t. XLIII. — Ch. Rouget, *Recherches anat. sur les appa-ctiles*, in *Compt. rend.*, t. XLIV, p. 902, et *Rech. sur les org. érect. de la* in *Journ. de la phys.*, I, p. 330. — Giraldès, *Note sur un organe placé dans n spermatique*, in *Proceed. of the Roy. Soc. of London*, 1858, p. 231, et *nat. sur le corps innominé*, in *Journ. de la phys.*, IV, p. 1. — A. v. Leeu-k, *Arcana naturæ*, p. 59. — Prévost et Dumas, in *Annal. des scienc. nat.*, 14, et *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Genève*, I, p. 188, ainsi que dans *Irch.*, VII, 454. — R. Wagner, *Die Genesis der Samenthierchen*, in *Müll.* 1836, et *Fragmente zur Physiologie der Zeugung*, Munich, 1836. — A. Donné, *xpér. sur les animalcules spermatiques*, Paris, 1837, et *Cours de microsco-ris*, 1844. — A. Kölliker, *Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse r Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere*, Berlin, 1841, et *Die Bildung der Sa-en in Bläschen als allgemeines Entwickelungsgesetz*, in *Denkschrift der . naturf. Gesellsch.*, VIII, 1846. — Krämer, *Obs. microsc. et experimenta u spermatozoorum*, Gött., 1842. — Fr. Will, *Ueber die Secretion des thie-Samens*. Erlangen, 1849. — R. Wagner et Leuckart, art. SEMEN, in *Todd's of Anat.*, 1849, art. ZEUGUNG, in *Handw. d. Physiol.*, IV. — Quatre-*Rech. sur la vitalité des spermatozoïdes*, in *Ann. des sc. nat.*, 3ᵉ série, - Newport. *On the Impregnation of the Ovum of the Amphibia*, in *Phil.* , 1851, I. — Duplay, *Rech. sur le sperme des vieillards*, in *Arch. génér.*, léc. — Ankermann, *De nota et evolut. filor. spermaticorum*, Regiomr., 1854, et *r. f. wiss. Zool.*, VII, p. 252, ainsi que *Würzb. Verh.*, VI, p. 80. — E. , *Étud. sur la monorchidie et la cryptorchidie*, Paris, 1857 (développement rmatozoaires). — J. Moleschott et Ricchetti, *Mittel, ruhende Samenfäden zur ung zu bringen*, in *Wien. Med. Wochenschr.*, 1855, n° 18. — B. Panizza, *Os-oni anthropo-zootomico-fisiologiche*, Pavie, 1836. — J. Müller, *Entdeckung ider Erection wirksamen Arterien*, dans ses *Archives*, 1834, p. 202. — G. in, *Ueber den Verlauf der Blutgefässe in dem Penis des Menschen*, in *Müll.* 1838. — Kobelt, *Die männlichen und weiblichen Wollustorgane*, Fribourg, — Herberg, *De erectione penis*, Lips., 1844. — Kölliker, *Ueber das anat. hys. Verhalten der cavernösen Körper der männlichen Sexualorgane*, in *ndl. d. Würzb. med. phys. Ges.*, 1851. — Kohlrausch, *Zur Anat. u. Phys. kenorgane*, Leipzig, 1854. — Ecker, *Icones phys.*, pl. XIX. — Uffelmann, in *r. f. rat. Med.*, t. XVII, p. 254 (urèthre). — W. M. Banks, *On the Wolffian of the fetus and their remains in the adult*, Edinburg, 1864. — E. Sertoli, *ramificate nei canalicoli seminiferi* (*Estratto dal Morgagni*, 1864). — Q. Sa-

batier, *Rech. anat. sur les appareils musculaires de la vessie et de la prostate*, Pa
et Montpellier, 1864. — J. W. Schuit, *Ontl. beschouw. d. mensch. voorstandkli*
Leiden, 1864. — J. B. Pettigrew, in *Proc. Roy. Soc.*, t. XV, p. 244.—Schweigg
Seidel, in *Virch. Arch.*, t. XXXVII, p. 225. — Valentin, in *Zeitschr. f. rat. Me*
t. XVIII, p. 21 ; t. XXI, p. 39. — R. Grohe, in *Virch. Arch.*, t. XXXII, p. 41
— F. Schweigger-Seidel, in *Arch. f. mikr. Anat.*, I, p. 309. — De La Vale
Saint-George, in *Arch. f. mikr. Anat.*, I, p. 403. — G. Bizozzero, in *Ann
univ. di medic.*, t. CLXXXVII, févr. — P. Mantegazza et C. Bozzi, *Anat. patol.
testicoli*, Milan, 1868. — C. Langer, in *Wien. Sitzungsb.*, t. XLVII, p. 120.

DES ORGANES GÉNITAUX DE LA FEMME.

§ 194. **Énumération.** — Les organes génitaux de la femme compre nent : 1° deux glandes folliculeuses, les *ovaires*, avec les organes de Rose müller, et les canaux excréteurs des ovaires, c'est-à-dire les *oviduct* ou *trompes de Fallope*, qui ne sont point unies directement à ces glands 2° l'*utérus*, destiné à protéger l'œuf et à lui fournir ses matériaux nutriti 3° le *vagin* et *les parties génitales externes*, qui servent à conduire au dehor le germe développé, en même temps qu'ils sont les organes de la copu lation.

§ 195. **Ovaire. — Ovaire accessoire.** — Les *ovaires*, différents en cel des autres glandes, consistent en un tissu fibrillaire assez dense et présen tent, sur une coupe transversale ou longitudinale, trois zones, qu'on peut désigner sous les noms de ***substance médullaire, substance corticale*** et *envelopp* (fig. 389). Il est généralement admis que l'enveloppe est formée de deux couches, d'un revêtement séreux, fourni par le péritoine, et d'une mem brane fibreuse, appelée *albuginée*. Il est à remarquer toutefois que, de même que sur le testicule, la tunique séreuse ne peut se démontrer comm membrane distincte qu'au niveau du bord adhérent de l'organe, et qu partout ailleurs elle est indissolublement unie à l'albuginée. Mais cette dernière elle-même, bien que reconnaissable parfois à l'œil nu sur la péri phérie de la substance corticale, où elle figure un liséré blanc, n'est séparée de cette substance par aucune limite précise, comme le montre l'obser vation microscopique, et se continue directe ment avec la couche fondamentale de tissu con jonctif (stroma) de l'écorce. L'enveloppe de l'ovaire (fig. 390) a une épaisseur de 0mm,1 à 0mm,5 et plus chez l'homme; elle consiste extérieurement en une couche simple de courtes cellules cylindriques, de 15 à 18 μ d'épaisseur, et un tissu con



Fig. 389.

Fig. 389. — Coupe transversale de l'ovaire d'une femme morte au cinquième mois de la grossesse. — *a*, follicule de Graaf de la face intérieure ; *b*, follicule de la face supérieure de l'organe ; *c*, lamelle péritonéale, continue avec les feuillets du ligament large et intimement confondue avec l'enveloppe fibreuse, *d*; vers le centre, on voit deux corps blanchâtres, an ciens corps jaunes ; *e*, stroma de l'ovaire.

brillaire serré, avec de nombreux corpuscules conjonctifs fusi-
Les faisceaux les plus superficiels sont tellement disposés qu'il
e quelques minces lamelles (3-4), dans lesquelles les fibres affec-
ent deux directions parallèles, l'une, à l'axe longitudinal, l'autre, à
sversal de l'organe. Mais déjà ces deux couches sont unies entre
des fibres obliques ou verticalement ascendantes, et plus en
e rencontrent des faisceaux qui s'entrecroisent dans toutes les
s et qui passent insensiblement dans la *substance corticale*.
ubstance, ou la *substance glandulaire* proprement dite de l'ovaire,
r une coupe transversale une large zone grisâtre, fortement
e en arc, qui ne fait défaut qu'au niveau du hile de l'organe et
uelle exclusivement se rencontrent les éléments glandulaires ou
Ces éléments, appelés aussi capsules ovariques ou follicules de
divisent, dans les ovaires bien développés appartenant à des
adultes, en particules visibles à l'œil nu (fig. 389) et en parti-
croscopiques (fig. 390). Ces dernières, ovisacs dans le sens restreint
ont au nombre de plusieurs milliers (Henle en admet près de 36 000
que ovaire) dans les couches extérieures de la substance corticale;
t disposées en séries multiples, de telle sorte que les plus pe-
surant environ 40 μ en diamètre, sont les plus externes, les plus

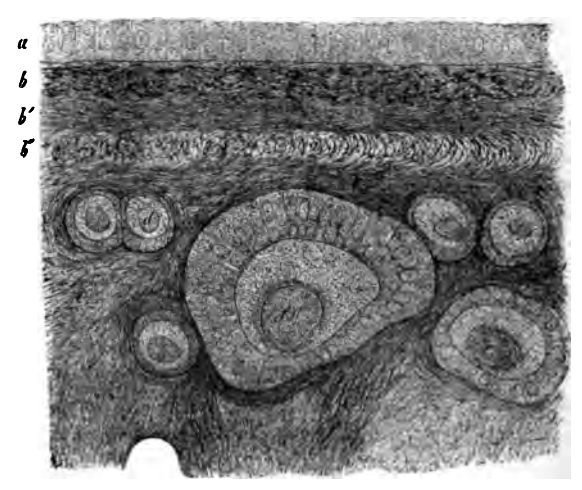


FIG. 390.

d'un diamètre de 80 à 100, sont plus en dedans; de ces dernières,
volumineuses ne se voient qu'isolées et en petit nombre. Là aussi

90. — Couches superficielles d'un ovaire de lapin adulte, durci dans l'alcool; coupe
térieure. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, épithélium péritonéal; *b*,*b'*,*b''*,
de l'organe, formée de 3 couches, dont les fibres sont dirigées principalement en
travers; *c*, stroma de la substance corticale, renfermant des follicules de Graaf
et gros (*ef*), dans lesquels on distingue l'épithélium, l'œuf et la vésicule germinative.

se trouvent, généralement en série simple, les formations plus gro 0mm,5 à 6 millim. de diamètre, visibles à l'œil nu, qui présentent to cavité remplie de liquide et qui portent plus spécialement le nom cules de Graaf; néanmoins quelques-unes des plus grosses s'ét d'une part, jusque vers le hile, d'autre part, jusque dans la substa dullaire. Le nombre de ces gros follicules, sur des ovaires bien dév tels que ceux des femmes enceintes ou en couches, est plus cons qu'on ne le dit habituellement et peut s'élever à 50, 100, 200 e plus dans chaque ovaire.

Outre ces éléments, qui ont la signification des vésicules cl glandes, la substance corticale se compose, abstraction faite d seaux sanguins, d'un stroma de tissu conjonctif, qui se distingu faible développement de sa substance fondamentale homogène ou ment fibrillaire et par une quantité extraordinaire de corpuscul jonctifs fusiformes, et qui présente, d'une manière générale, le ty tissu conjonctif fibrillaire peu développé (embryonnaire).

La substance médullaire gris-rougeâtre, plus molle, s'étend dans l'intérieur de l'organe, dont elle forme le noyau. A part se breux vaisseaux sanguins, elle consiste en un tissu conjonctif fib

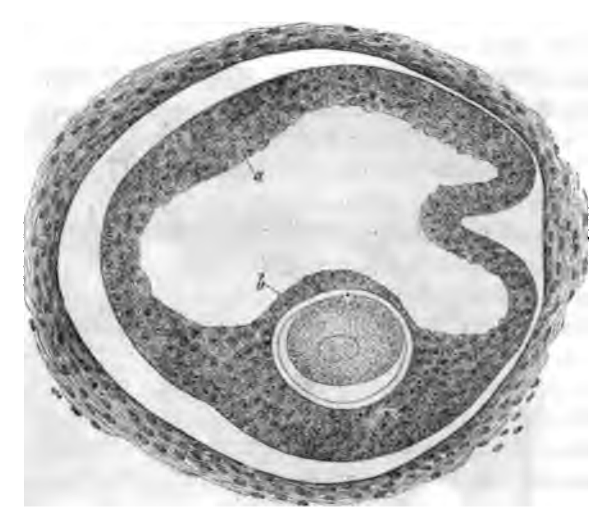


FIG. 391.

mou, avec un nombre relativement faible de cellules fusiformes; elle contient aussi, en quoi je suis d'accord avec Henle, un certain nombre de

FIG. 391. — Follicule ovarique d'une petite fille âgée de 7 mois. Grossissement de 220 diamètres. Ce follicule qui mesure 0mm,351, présente un épithélium (membrane granuleuse) écarté de sa paroi ; dans un point épaissi de cet épithélium, situé sur la face profonde du follicule, se voit le cumulus ovigère avec l'œuf, sur lequel on distingue la zone transparente et la vésicule germinative. L'enveloppe fibreuse n'offre pas encore deux couches et n'est pas limitée en dehors, du côté du stroma.

aux de *fibres musculaires* lisses, provenant du ligament de l'ovaire, qui ne pénètrent jamais dans la substance glandulaire proprement et se perdent dans le domaine de la substance médullaire, où ils sentent des tractus accompagnant les artères.

mi les ovisacs, les formes les plus jeunes seront étudiées dans le raphe suivant; je ne m'occuperai donc ici que des follicules comnent développés. Chacun d'eux (fig. 391) est composé d'une *couche ctive vasculaire*, d'un *épithélium*, qui, dans une région déterminée, *œuf*, et d'un *contenu fluide*. L'*enveloppe conjonctive*, *theca folliculi* de *tunique du follicule*, de Bischoff, d'une épaisseur totale de 140 à 200 μ s follicules de 1^{mm},8 à 2 millim., se compose de deux couches dis-s, dont l'externe peut être désignée sous le nom de fibreuse, et l'in-sous celui de muqueuse (membrane propre des follicules, Henle). ux couches correspondent aux deux tuniques d'un gros canal glane dépourvu de fibres musculaires. La tunique fibreuse, environ ois plus épaisse que la muqueuse, est composée de tissu conjonctif gue à celui du stroma; elle est seulement un peu plus dense. Elle se ue, du reste, avec le stroma sans limite précise; elle est séparée, au ire, de la muqueuse par une mince couche de tissu lâche; de là que sur de gros follicules, cette dernière peut être facilement énuavec son contenu. La structure de la muqueuse a beaucoup d'anavec celle de certaines muqueuses molles; cette membrane présente u analogue à la substance conjonctive cytogène, car elle est formée ticulum délicat, dans les mailles duquel se trouvent de très-nomcellules. Toutefois ces cellules, de forme arrondie ou représentant ts fuseaux, et qui mesurent 15 à 23 μ en diamètre et même ge, sont ici plus grosses et plus serrées que n'importe où; il s'enla muqueuse des follicules de Graaf présente une apparence ciale. A la surface interne de cette muqueuse, on observe parfois transparent, une sorte de membrane propre ou de *basement*- Je dois dire, cependant, que, dans mes recherches les plus l m'a été impossible d'isoler cette membrane, comme j'avais précédemment.

ium, couche granuleuse des auteurs, tapisse toute la face interne . Son épaisseur est de 20 à 30 μ ou plus; mais dans la région opurface de l'ovaire, où se trouve l'œuf, elle augmente considéral'épithélium forme là un épaississement verruqueux, qui fait cavité du follicule et qui enferme l'œuf dans son intérieur; c'est llerai le *disque ovigère*, attendu que les anciennes dénominations *ore, cumulus proligerus* (fig. 391), me paraissent soit impropres, e à donner lieu à des confusions avec le disque germinatif ıdé. Les cellules dont se compose l'épithélium ont 6 à 9 μ lisposées en plusieurs couches, elles ont une forme polygonent un assez gros noyau, souvent avec quelques granulas jaunâtres. Ces cellules sont extrêmement délicates et se

détruisent très-rapidement après la mort; on ne voit plus alors, à la place de l'épithélium, qu'une membrane finement granulée avec de nombreux noyaux. Sur l'œuf lui-même, je ne trouve chez l'homme qu'une ou deux couches de ces cellules (fig. 391), bien qu'en somme l'épithélium soit ordinairement plus épais au niveau du cumulus. Chez les animaux, au contraire, ainsi que l'ont figuré aussi Schrön pour le chat et Henle pour le mouton, la couche épithéliale de la face libre de l'épithélium est souvent plus épaisse (fig. 392).

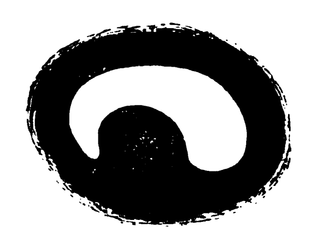


FIG. 392.

Dans l'épaisseur du disque proligère, dans la portion la plus saillante de ce disque, se trouve *l'œuf*, entouré de toutes parts de cellules, qui le maintiennent en place. Lorsque le follicule crève spontanément, ou quand il est rompu artificiellement, l'œuf s'échappe, entraînant avec lui les cellules qui composent le *cumulus* et les portions de l'épithélium qui l'avoisinent. Ces cellules l'entourent de toutes parts; vues de face, elles forment autour de lui comme un anneau ou un disque (*disque proligère*, de Baer). L'*œuf* lui-même est une vésicule sphérique, qui, à l'état parfait, a 0^{mm},22 à 0^{mm},32 de diamètre. Bien qu'il constitue à certains égards un élément tout spécial, l'œuf représente cependant une simple cellule, même s'il est prouvé, comme il sera dit plus loin, que la membrane qui l'entoure ou *membrane vitelline* n'est pas ou n'est que partiellement l'équivalent d'une membrane de cellule. Cette enveloppe est remarquable par sa grande épaisseur (7-9-11 μ); vue au microscope, elle forme autour du vitellus un anneau transparent, ce qui lui a fait donner le nom de *zone transparente*, *zona pellucida*. Elle est, paraît-il, parfaitement homogène, chez l'homme, très-élastique et assez résistante; elle se laisse distendre considérablement sans se déchirer; ses propriétés chimiques permettent de la ranger à côté des membranes propres. Le *vitellus* remplit complétement la membrane vitelline sur les œufs frais; il présente une couleur jaunâtre et se compose, comme du véritable protoplasme cellulaire, d'un liquide visqueux et d'une infinité de granulations qui y sont disséminées: dans les œufs complétement mûrs, il s'y joint aussi quelques granulations graisseuses. Vers le centre de ce contenu, on trouve, dans les œufs

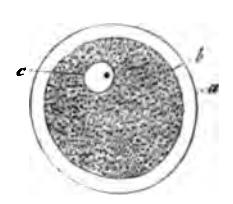


FIG. 393.

FIG. 392. — Vésicule de Graaf du veau, grossissement de 80 diamètres. — Diamètre du follicule, 0^{mm},44; épaisseur de la fibreuse, 38 μ; de l'épithélium, 55-58 μ; du cumulus proligère, 120 μ; diamètre de l'œuf, 71 μ.

FIG. 393. — Œuf humain provenant d'un follicule de moyenne grosseur. Grossissement de 250 diamètres. — *a*, membrane vitelline ou zone transparente; *b*, limite extérieure du vitellus et limite interne de la membrane vitelline; *c*, vésicule germinative avec la tache germinative.

arrivés à maturité, un beau noyau vésiculaire, de 30 à 45 μ de diamètre, qui porte le nom de *vésicule germinative* (vésicule de Purkyně). Ce noyau contient une substance transparente et un nucléole homogène, arrondi, périphérique, de 7 à 10 μ de diamètre; c'est ce qu'on a appelé la *tache germinative, macula germinativa, tache de Wagner*.

Exceptionnellement on trouve aussi chez l'homme, comme on l'avait observé chez les animaux, deux œufs dans un même follicule, et cela dans un seul cumulus (Schrœn a même vu trois œufs chez le chat); de même, j'ai rencontré deux vésicules germinatives dans un œuf développé dont la zone était parfaitement formée (fig. 400). Chez les animaux, on a observé parfois deux ou trois taches germinatives, renfermant de petites cavités. Le micropyle, ouverture de la membrane vitelline destinée à livrer passage aux spermatozoïdes, n'a pas encore été vu chez l'homme. Mais *Pflüger croit s'être assuré de l'existence du micropyle sur l'œuf du chat.*

L'*organe de Rosenmüller*, débris du corps de Wolff de l'embryon, est formé d'un certain nombre de canalicules de $0^{mm},33$ à $0^{mm},45$ de largeur, qui, du hile de l'ovaire, s'étendent en divergeant dans le ligament large; dans l'espèce humaine, ces canalicules ne communiquent point avec l'ovaire, ni avec aucun autre organe, et ne contiennent qu'un peu de sérosité limpide. Ils se composent d'une membrane fibreuse, de 45 à 54 μ d'épaisseur, et d'une couche simple de cellules pâles, cylindriques et vibratiles. Les corps de Rosenmüller n'offrent d'intérêt que comme débris d'un organe embryonnaire.

Les *artères* de l'ovaire proviennent de l'artère ovarique et de l'artère utérine; elles sont très-nombreuses et s'étendent d'abord entre les deux feuillets du ligament large, pour gagner le bord inférieur de l'organe. Elles cheminent ensuite flexueuses ou même contournées en tire-bouchon dans la portion interne du stroma et se terminent en partie dans l'albuginée, en partie et surtout sur les parois des follicules de Graaf, où elles forment deux réseaux, l'un extérieur, à larges mailles, l'autre interne, plus serré, qui touche la membrane granuleuse. Les *veines* proviennent de ces réseaux; elles se voient très-bien, chez l'homme, dans les parois des follicules un peu volumineux, forment près du hile un riche plexus (Rouget), et se jettent dans les *veines utérines* et *ovariques*. Quelques rameaux *lymphatiques*, qui émergent de l'ovaire par le hile, accompagnent ensuite les vaisseaux sanguins et aboutissent aux ganglions lombaires et pelviens. Sur la vache, His a recemment injecté les lymphatiques de l'intérieur de l'ovaire, et les a suivis jusque dans la membrane fibreuse des follicules et dans les corps jaunes, où ils forment, comme d'ailleurs dans le stroma, de riches réseaux et ne présentent partout qu'une paroi simplement épithéliale. Quant aux *nerfs* de l'ovaire, ils proviennent du plexus ovarique; ce sont de petits rameaux composés de tubes minces et de fibres de Remak, et qui pénètrent dans l'ovaire avec les artères. Nous ignorons comment ils se comportent dans l'intérieur de l'organe.

J'avais présumé autrefois que les canalicules de l'organe de Rosenmüller renferment un épithélium vibratile, me basant sur une observation, rapportée dans ma *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 446, de *kystes vibratiles des ligaments larges* ; cette présomption a été confirmée par Becker au moyen de l'observation directe (*l. s. c.* p. 74). Cet anatomiste a trouvé également, sur une jument, de l'épithélium vibratile dans de nombreux kystes. — Sur des lapins, Remak a observé, dans la zone, des stries fines dirigées dans le sens de l'épaisseur. Quincke a constaté la même chose sur la vache. J'ai répété cette observation sur la vache et Pflüger sur le chat, et je n'hésite pas à affirmer que ces stries sont dues à des canalicules poreux. Dans un cas, Quincke a constaté sur un œuf humain des traces de stries analogues. Les données de Pflüger relatives au micropyle de l'œuf du chat, et au sujet desquelles je manque d'observations personnelles, méritent considération et devront être contrôlées, de même que ses communications sur les prolongements que les cellules de la membrane granuleuse enverraient dans l'intérieur et au travers de la zone. — Relativement au siége du cumulus ovigère dans la portion profonde du follicule, je dois me ranger, quant à l'homme, aux descriptions de Pouchet, Schrœn et Henle pour les animaux.

On a cherché souvent des *fibres musculaires lisses* dans le stroma de l'ovaire, depuis que j'ai attiré l'attention sur la possibilité de leur existence. (*Mikr. Anat.*) En fait, Rouget, Klebs et Aeby affirment qu'il existe des fibres musculaires dans l'ovaire, chez l'homme et chez les mammifères. Les données de Rouget (*l. c.*, p. 737, 738), toutefois, sont tellement générales et indéterminées qu'elles ne méritent aucune considération, et quand Klebs dit que le stroma ovarien de tous les mammifères est extrêmement riche en fibres lisses, cette assertion n'éveille pas précisément une grande confiance, puisqu'il est certain que si ces éléments existent, ils ne se rencontrent qu'en très-petit nombre. Aeby a donné des descriptions et des figures précises des éléments qu'il considère comme des muscles lisses, et il ressort de là, comme il le reconnaît lui-même, qu'il comprend sous ce nom les éléments que depuis longtemps j'avais désignés comme des cellules en fuseau appartenant au tissu conjonctif, et que dans l'état actuel de la question du tissu conjonctif, je considère comme des corpuscules de tissu conjonctif. Aujourd'hui encore, je ne vois aucun motif pour considérer comme des fibres musculaires ces éléments qui, au point de vue anatomique, diffèrent des fibres-cellules musculaires et dont l'analogie physiologique avec ces fibres-cellules n'a pas été démontrée, bien que Grolie et His se soient rangés à l'opinion de Aeby. Il est probable, du reste, que tous ces investigateurs ont vu aussi les véritables muscles de la substance médullaire qui, du ligament de l'ovaire, où j'ai décrit ces éléments depuis longtemps, ainsi que Henle l'a dit le premier, pénètrent dans l'intérieur de l'ovaire. — Dans les ovaires des poissons, des amphibies et des oiseaux, on rencontre, d'après les recherches de Leydig, Rouget et Aeby, des fibres musculaires lisses indubitables, que j'ai vues moi-même, il y a longtemps, chez la grenouille, où elles entourent les artères comme des gaînes.

Il s'en faut bien que les modifications qu'éprouvent les gros follicules de l'ovaire soient suffisamment connues ; ainsi, nous ne savons rien sur leur maturation graduelle et leur destruction inévitable, abstraction faite de leur déhisence normale, au sujet de laquelle, d'ailleurs, bien des points restent à déterminer. Il paraît certain, cependant, que beaucoup de follicules s'atrophient, et c'est sans doute ainsi qu'il faut interpréter les membranes plissées figurées par Henle, que j'ai observées également. D'autre part, Pflüger et His ont parlé de dégénérescence graisseuse des follicules et d'oblitération des vaisseaux de la muqueuse, avec production simultanée de pigment ; je puis confirmer les premières de ces données pour la vache. En outre, j'ai constaté, chez l'homme, l'oblitération des follicules de moyenne grosseur par bourgeonnement de la muqueuse, qui souvent atteignait jusqu'à $0^{mm},3$ d'épaisseur et même plus, tandis que normalement elle n'a que 40 à 50 μ, et qui avait à peu près la même texture que dans les corps jaunes récemment formés. D'après

Pflüger, les ovisacs microscopiques se détruisent aussi en masse; mais à cet égard, les faits ne sont pas encore assez nombreux pour permettre des conclusions certaines.

§ 196. **Développement des follicules de Graaf et des œufs.** — Les phénomènes de développement, si importants, qui ont leur siége dans l'ovaire peuvent d'autant moins être passés sous silence dans un traité d'histologie, que, comme nous le savons depuis longtemps, il se forme encore des ovisacs et des œufs dans l'ovaire après l'époque de la puberté, et probablement pendant toute la période de la fécondité, à certaines époques déterminées.

Jusqu'à ces derniers temps, il régnait, relativement au développement des éléments glandulaires de l'ovaire, des idées qui, si elles avaient été reconnues exactes, eussent assigné à l'ovaire, une position toute spéciale parmi les véritables glandes, puisqu'on pensait généralement que les ovisacs, qui répondent cependant aux vésicules glandulaires des autres glandes, naissent indépendamment les uns des autres dans le tissu de l'ovaire. Mais les recherches nouvelles de His et de Pflüger nous ont appris que probablement il n'en est point ainsi, et aujourd'hui cet organe paraît être analogue aux autres glandes véritables.

Les premières phases du développement de l'ovaire n'ont été étudiées jusqu'ici que par His, qui a cherché à démontrer que cet organe provient directement du corps de Wolff, dont un canal glandulaire et un glomérule vasculaire uniques se transformeraient en un organe distinct. De l'épithélium de ce canal glandulaire, His croit devoir faire dériver les œufs et les cellules épithéliales des ovisacs. Mais il est à remarquer que les preuves à l'appui de cette théorie, quelque plausible qu'elle soit, font encore défaut. Toutefois, les observations de Valentin et de Pflüger sur les périodes subséquentes du développement de l'organe sont manifestement favorables aux opinions de His.

Il y a fort longtemps (Müller's *Arch.*, 1838, p. 531), en effet, que Valentin, après avoir fait connaître ce fait important que l'ovaire de l'embryon a une texture *tubuleuse*, a assuré que dans ces tubes ovariques, terminés en cul-de-sac à leurs deux extrémités et analogues, quant à la structure, aux canalicules spermatiques, se forment les ovisacs, dont le développement a lieu pendant que les tubes disparaissent peu à peu. Bien que ces données ne soient pas complétement exactes, elles n'en marquent pas moins le premier pas vers la connaissance du véritable mode de développement des ovaires et des œufs. Mais il se passa beaucoup de temps avant qu'on progressât dans cette voie, car abstraction faite d'une communication succincte, mais riche de faits, due à Billroth, qui (Müll., *Arch.* 1856, p. 149) annonça que, dans un fœtus humain de quatre mois, il avait reconnu que les follicules de Graaf se développent par des étranglements qui se produisent sur le trajet de longs canaux cylindriques, Pflüger est le premier qui poursuivit plus loin cette étude et en fit l'objet d'une série de recherches approfondies, qui le conduisirent à confirmer et à étendre les

données principales de ses devanciers. Mes observations sur les ovaires des embryons de chat, de bœuf et sur des embryons humains s'accordent, quant aux points essentiels, avec les recherches remarquables de cet auteur. Voici quels sont les résultats principaux de ces recherches.

Comme point de départ de la formation glandulaire des ovaires, on voit apparaître dans l'ovaire de l'embryon des cordons spéciaux, qu'on peut désigner sous le nom de *cordons glandulaires de l'ovaire*. Ils consistent en une couche superficielle de petites cellules comme épithéliales, les précurseurs de la membrane granuleuse des follicules de Graaf, et en un amas interne et continu de cellules un peu plus grosses, les œufs. Chez certains animaux, tels que le chat, d'après Pflüger, ces cordons ont une membrane d'enveloppe particulière, homogène, tandis que chez l'homme et chez les ruminants, cette membrane fait défaut et les parties en question sont entourées exclusivement par des prolongements délicats et aplatis du stroma conjonctif. On pourrait néanmoins, si l'on voulait, leur donner le nom d'utricules glandulaires, dont elles sont certainement les analogues par leur couche externe comme épithéliale et par leur contenu celluleux. Du reste, ces cordons glandulaires ne sont pas des formations indépendantes; la plupart, au contraire, peut-être tous, se continuent les uns avec les autres, du moins chez les jeunes embryons, et représentent un réseau particulier dans les mailles du stroma conjonctif de l'ovaire.

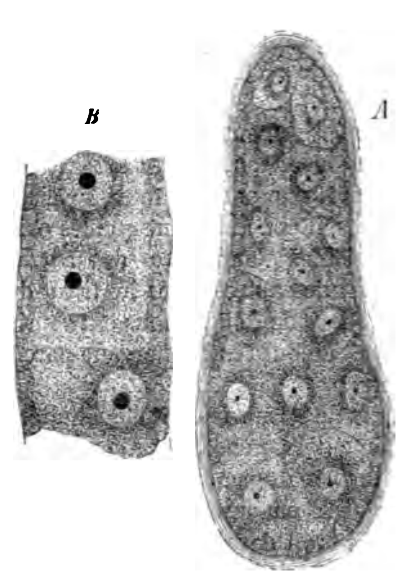


Fig. 394.

Les premières phases du développement des cordons glandulaires de l'ovaire ne sont pas encore connues, et nous n'avons, à cet égard, que la supposition de His ci-dessus mentionnée. Mais on peut voir, même sur des embryons avancés en âge, que le développement s'y opère toujours progressivement de la surface de l'organe vers l'intérieur. Les cordons les plus superficiels, ceux qui sont situés immédiatement au-dessous d'une mince membrane limitante de l'ovaire, présentent, en effet, des éléments plus petits, et il n'est pas rare d'y rencontrer des cordons dont toutes les

Fig. 394. — Cordons glandulaires (utricules glandulaires) de l'ovaire d'un embryon de chat d'un certain âge. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, cordon ayant presque la forme d'une massue et composé d'un épithélium simple entourant un amas d'œufs; *b*, portion d'un cordon cylindrique avec une rangée simple d'œufs. Autour des cordons de l'ovaire on ne distingue point de membrane d'enveloppe.

cellules sont assez semblables et où l'on ne reconnaît encore aucune différence entre les cellules-œufs et les cellules épithéliales.

La transformation des cordons glandulaires renfermant des œufs en follicules de Graaf ou ovisacs s'opère déjà chez l'embryon ; elle commence dans les parties les plus profondes de ces cordons, et progresse lentement de là vers le dehors, de sorte que bientôt les ovaires, dont la substance médullaire ou *stroma du hile* (His) augmente également d'épaisseur pendant ce temps, présentent dans leur substance glandulaire ou corticale, encore toujours très-épaisse, une zone interne, contenant des ovaires isolés ou en voie d'isolement, tandis qu'extérieurement on retrouve encore les cordons glandulaires primitifs. Les phénomènes qui produisent cet isolement sont de deux espèces, et marchent toujours parallèlement, à savoir, d'une part, le bourgeonnement du stroma conjonctif de la substance glandulaire, et d'autre part, des phénomènes semblables dans l'épithélium des cordons glandulaires. C'est ainsi que se produisent des cloisons, qui peu à peu traversent les cordons glandulaires et les divisent en petits segments, contenant souvent deux, trois, quatre œufs ou davantage, mais parfois aussi un seul œuf, et qui ont la même texture que les cordons glandulaires, c'est-à-dire présentent également un épithélium à leur surface. Or, la production de ces cloisons se répétant plusieurs fois, les cordons finissent par se diviser en segments isolés très-petits, dont chacun contient un œuf et une couche de cellules épithéliales qui l'entoure, et siége dans une case isolée et close du stroma : ce sont les premiers rudiments des ovisacs (fig. 395).

Cette segmentation des cordons glandulaires ne se fait pas très-rapidement, et pendant longtemps il reste tout en dehors, au-dessous de la membrane d'enveloppe, qui pendant ce temps augmente aussi d'épaisseur, une couche tantôt mince, tantôt épaisse de cordons glandulaires, comme cela se voit encore sur des ovaires de nouveau-nés ou de jeunes animaux.

Mais peu à peu le stroma, composé de cellules de substance conjonctive arrondies ou fusiformes et d'un peu de substance interstitielle, s'accroît davantage, et les ovisacs s'écartent les uns des autres. En même temps une portion du stroma entre plus directement en rapport avec les ovisacs et devient la membrane fibreuse de ces organes. Les phénomènes ultérieurs, qui commencent déjà à se manifester pendant la période embryonnaire, mais qui se développent surtout plus tard, sont faciles à suivre dans leur ensemble et se déroulent de la manière suivante : l'épithélium des ovisacs, progéniture, comme nous l'avons vu, de l'épithélium des cordons glandulaires, qui en bourgeonnant se développe autour de chaque œuf en particulier, forme, sur des œufs récemment produits, une couche *mince* de cellules aplaties et souvent peu apparentes, mais qui ne persiste pas longtemps dans cet état, car elle augmente bientôt d'épaisseur et constitue un épithélium pavimenteux distinct, qui, dans les embryons humains, se voit déjà sur des follicules de 18 à 20 μ de diamètre.

buer un rôle dans la formation des cordons glandulaires, comme Pflüger a songé à le faire.

Mes observations consignées dans ce paragraphe s'accordent, quant aux points essentiels, avec les résultats auxquels Pflüger a été conduit par une longue et laborieuse série de recherches; il est très-possible que les divergences qui se sont produites tiennent à ce que la formation des œufs a lieu d'une manière un peu différente chez des animaux différents, ce que démontre déjà suffisamment l'ouvrage de Pflüger lui-même. Evidemment la *membrane* des cordons glandulaires, que Pflüger a observée chez le chat, est peu importante, puisque cette membrane, ainsi que Pflüger l'a vu lui-même, fait défaut chez le veau et n'a point été vue chez l'homme par His ni par moi. D'autre part, la forme des cordons eux-mêmes paraît très-variable, car chez certains animaux ils sont plus allongés, chez d'autres plus globuleux et tuberculeux, ce qui entraîne des variations dans la forme des amas d'œufs (*chaînes d'œufs*, Pfl.). Du reste, on remarquera que dans un seul et même ovaire on rencontre toutes les formes, et que ces formes varient également dans le cours du développement. Je considère comme plus constante la disposition de l'épithélium des cordons glandulaires, abstraction faite du volume des cellules, qui est plus considérable chez certains animaux que chez d'autres, et d'après mes observations, les cordons glandulaires développés, renfermant des œufs distincts, ont toujours un épithélium. Je serais donc porté à croire que ce que Pflüger dit d'un mode de développement de l'épithélium qui se ferait de bas en haut à partir du fond des cordons glandulaires, ne s'applique qu'aux cordons les plus superficiels, dont les éléments ne sont pas encore complétement isolés, tels que ceux que Pflüger représente pl. III, fig. 1; tandis que les cordons analogues à ceux de la pl. IV, fig. 1, 2 et 5, avaient un épithélium, qui fut reconnu également dans une étendue considérable, fig. 2. L'union des cordons glandulaires en réseaux a été vue déjà par Pflüger; mais il insiste moins sur cette disposition que His et moi, ce qui pourrait tenir à ce que nous avons examiné aussi des embryons, où ce mode d'union constitue la règle, tandis qu'après la naissance, comme je l'ai vu sur le chat, les cordons sont plus souvent isolés. — Une très-belle découverte de Pflüger, ce sont les mouvements amiboïdes des jeunes œufs; je manque d'observations personnelles à cet égard. — Les faits constatés par Pflüger ont déjà été confirmés de divers côtés, révoqués en doute d'autre part. Le premier qui, dans une courte publication, a confirmé complétement, quant aux animaux, les données de Pflüger, c'est Borsenkow. Puis vinrent Spiegelberg, avec quelques remarques aphoristiques sur les utricules glandulaires de l'ovaire d'un fœtus humain non complétement à terme, et His qui publia une description approfondie des cordons glandulaires de l'ovaire d'un jeune fœtus humain et qui démontra que l'ovaire dérive du corps de Wolff. Enfin Letzerich et Langhans donnèrent également des descriptions des cordons glandulaires chez les enfants. Spiegelberg et Letzerich décrivent, chez l'homme, une membrane autour des cordons glandulaires, que His et Langhans, non plus que moi, n'ont pu trouver. — Jusqu'ici il n'y a que Bischoff qui se soit élevé contre l'opinion de Pflüger, car les résultats négatifs obtenus par divers autres investigateurs, pèsent naturellement moins dans la balance; Bischoff avance qu'il n'a point trouvé d'utricules ovigènes; restant fidèle à son ancienne manière de voir, que j'avais admise moi-même, il prétend que les ovisacs naissent d'une manière indépendante, aux dépens de groupes de cellules qui probablement contiennent, dès l'origine, la vésicule germinative dans leur intérieur. Il se formerait consécutivement, autour des amas, une membrane propre, et dans leur intérieur, le vitellus et la zone, qui est considérée comme un produit de sécrétion de l'épithélium du follicule. Se basant sur ces arguments, Bischoff nie que l'œuf soit une cellule et ne considère comme telle que la vésicule germinative. — Comme Bischoff s'appuie surtout sur l'examen de l'ovaire des embryons, que Pflüger avait négligé, il était indispensable que son hypothèse fût surtout éclairée de ce côté; or, et il est à remarquer que His moi nous

avons constaté sur des embryons que les données de Pflüger sont exactes. Bischoff n'a pas compris Pflüger, puisqu'il recherchait des utricules et des chaînes de follicules; mais les membranes des cordons glandulaires n'existent pas partout, et les chaînes de follicules ne se montrent que lorsque les cordons glandulaires sont étroits et longs, et non quand ils renferment de gros amas d'œufs, comme cela a lieu très-fréquemment. J'ai vu maintenant très-manifestement, chez l'homme, de semblables amas d'œufs et je me suis convaincu que l'œuf, avec la vésicule germinative, préexiste au follicule, et conséquemment je suis d'accord aussi avec Pflüger pour ce qui est de la période embryonnaire. Je considère donc l'œuf comme une véritable cellule. Je crois, du reste, qu'il n'est pas encore décidé si la zone est une membrane de cellule ou un dépôt extérieur.

A côté du travail de Pflüger, une mention spéciale est due aux recherches de Schrœn, faites indépendamment et en partie antérieurement à celles de Pflüger; on y trouve une série de données exactes et nouvelles sur la structure de l'ovaire, avec d'excellentes figures. Schrœn décrit très-exactement le siége des jeunes follicules (improprement appelés des œufs) immédiatement sous la membrane de l'organe, le développement graduel des follicules, la position du cumulus ovigère, les corps jaunes, etc. Schrœn n'a point vu les utricules; mais, ainsi que Pflüger, il considère l'œuf comme préexistant à l'ovaire, dont il fait provenir l'épithélium du stroma de l'ovaire. Il se fonde néanmoins sur une interprétation erronée, car les parties qu'il regarde et figure comme de jeunes œufs libres ne sont que de jeunes follicules, dont l'épithélium est devenu peu distinct par la manière dont Schrœn confectionne ses préparations. En exprimant cette proposition, je me base non-seulement sur ce fait que jamais on ne trouve d'œuf isolé et libre dans l'ovaire, mais aussi sur l'examen de préparations de Schrœn qu'il m'a remises lui-même. — Je vais maintenant exposer rapidement les résultats des recherches que j'ai faites sur des ovaires d'embryons.

Les plus jeunes ovaires d'embryons de veau de deux pouces et demi et d'embryons de porc d'un pouce ne répondirent pas à l'attente qu'on était tenté de concevoir d'après les descriptions de His (*l. c.*, pl. XI, fig. 2); ils ne présentaient pas, pour ainsi dire, de substance médullaire (stroma du hile), et se composaient exclusivement d'un stroma délicat de tissu conjonctif, dans les lacunes duquel se trouvaient des cordons et amas continus de cellules arrondies, dont aucune ne pouvait être déclarée nettement être un œuf. Sur des embryons humains de trois mois, l'ovaire cordiforme mesurait 1mm,34 sur une coupe transversale et présentait la même disposition générale des parties, si ce n'est qu'il y avait déjà un petit noyau de stroma du hile *a'*. Les cordons cellulaires ou glandulaires mesuraient 30 à 35 μ en largeur et offraient déjà dans leur intérieur, abstraction faite des parties les plus superficielles, de grosses cellules, c'est-à-dire des œufs (œufs primitifs), de 11 à 14 μ de largeur, avec une vésicule germinative de 9 à 11 et une tache germinative de 2 μ, et entourées de cellules plus petites, précurseurs de la membrane granuleuse, de 4,7 à 5,8 μ. — Au cinquième mois, l'ovaire avait 1mm,6 d'épaisseur et 2mm,4 de hauteur, et ne présentait encore toujours que peu de stroma du hile. Parmi les cordons glandulaires, les ronds mesuraient 110 à 120 μ; les oblongs, jusqu'à 150 μ en longueur et 62 μ en largeur; ceux en cordon, jusqu'à 50 μ en largeur, et on les rencontrait encore à toutes les profondeurs de la zone glandulaire (la substance corticale future). Cependant, dans les couches les plus profondes de cette zone, un petit nombre d'ovisacs étaient déjà séparés les uns des autres par un étranglement; leur volume ne dépassait pas 20 μ. Les œufs des cordons glandulaires mesuraient 15 à 23 μ, et les cellules épithéliales des cordons, 11 μ.

Au sixième mois se montrait pour la première fois une nouvelle conformation de l'ovaire (v. His, *l. c*, pl. IX, fig. 1, qui représente également un ovaire du sixième mois, mais à une période de développement un peu plus avancée) : jusqu'à ce moment la zone glandulaire y était nettement divisée en deux couches, dont la plus interne

renfermait des ovisacs complétement isolés ou en voie de s'isoler, tandis que l'externe contenait des cordons glandulaires. L'ovaire, réniforme sur une coupe transversale, mesurait 3^{mm} en hauteur ; la zone contenant des cordons glandulaires avait $0^{mm},3$ à $0^{mm},4$, celle qui contenait les ovisacs, mesurait $0^{mm},4$ à $0^{mm},5$. Parmi les cordons glandulaires, les cylindriques avaient 40 à 117 μ, les allongés

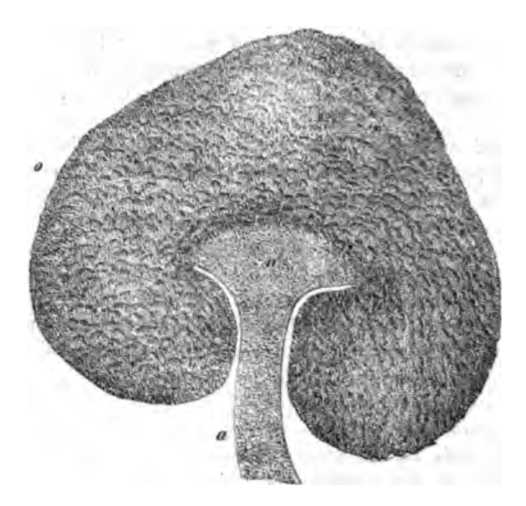


Fig. 396.

120 et 200 μ en longueur, 40-78 μ en largeur, et les œufs qu'ils renfermaient, 7-12-14 μ. Les ovisacs, enfin, avaient 19 à 30 μ. Au septième mois, l'ovaire était notablement plus allongé et très-aplati dans le sens du hile vers ce qui formait le bord libre, dont on ne voyait plus rien (hauteur 1^{mm}, épaisseur $3^{mm},75$). La zone à ovisacs développés et en voie de développement s'était considérablement élargie et comprenait déjà la plus grande portion de la substance glandulaire ; la couche superficielle à cordons glandulaires n'avait plus qu'une épaisseur de $0^{mm},1$-$0^{mm},14$. Les cordons glandulaires (fig. 395, A 1) étaient arrondis pour la plupart et mesuraient de 55 à 82 μ ; les œufs qui y étaient contenus avaient 14-23 ; mais on y trouvait aussi des corpuscules plus petits, de 7-10 μ, qu'on devait considérer comme des œufs. Dans les couches internes, les follicules isolés mesuraient 28 à 110 μ ; leur épithélium, là où il était le mieux formé, avait 4,7 μ d'épaisseur, les œufs des follicules 16-25 μ et les vésicules germinatives 11-14 μ.

Outre ces ovaires d'embryons, j'ai examiné des ovaires de nouveau-nés et d'enfants dans leur première année, entre autres les ovaires sur lesquels Langhans avait fait ses observations, et sur toutes ces pièces j'ai constaté qu'à cette période, la zone des cordons glandulaires a disparu complétement, sauf un petit reste superficiel. D'après mes observations, qui concordent avec celles de Spiegelberg et Langhans, les cordons glandulaires, à cette époque, sont conformés autrement que chez l'embryon et ne contiennent point d'œufs, en général, mais se composent entièrement de petites cellules comme épithéliales, qui n'entourent aucune cavité et ne paraissent avoir d'autre enveloppe que le stroma de l'organe. Ainsi que Langhans l'avance avec raison, ces cordons, dont la largeur est de 9-30-40 μ, sont ordinaire-

Fig. 396. — Section transversale de l'ovaire d'un embryon humain de trois mois. Grossissement de 43 diamètres. — *a*, mesoarium à stroma du hile (substance médullaire) ; *b*, substance glandulaire (écorce).

ment cylindriques et unis entre eux en réseau; mais ils présentent aussi des régions noueuses, sphériques, mesurant jusqu'à 50 et 60 μ. On en voit aussi qui n'ont point

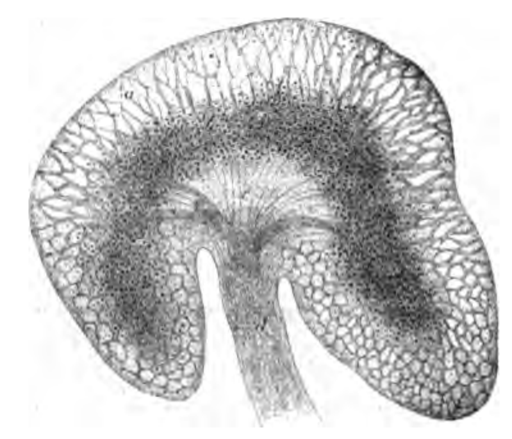


Fig. 397.

de connexions avec les autres, et dans ces cas, l'une des extrémités, renflée, des cordons renferme un œuf plus ou moins développé (voy. paragr. suivant).

A ce moment, on trouve des ovisacs dans toutes les parties de la substance glanduleuse (écorce) de l'ovaire, voire même entre les cordons glandulaires. Les plus petits, de 42-45 μ, sont situés à 30-45 μ seulement de la surface de l'ovaire, et forment une zone épaisse qui s'étend profondément dans l'intérieur. Cependant, vers l'intérieur, les follicules deviennent progressivement un peu plus gros et plus rares. Tous ces follicules ont une membrane granuleuse formée d'une seule couche et faisant tout le tour, un œuf qui remplit complétement la cavité, avec une vésicule germinative de 15-20 μ. On trouve, en outre, dans la profondeur, sur chaque coupe, 3 ou 4 follicules plus gros, de 100 à 150 μ, dans lesquels on ne voit pas encore de cavité. Sur ces follicules, la fibreuse mesure 5 μ, l'épithélium, formé d'une seule couche de courtes cellules cylindriques, 10 μ. L'œuf est pourvu d'une membrane limitante distincte, qui n'a encore qu'un simple contour; il remplit complétement la cavité du follicule. La vésicule germinative mesure 24 μ.

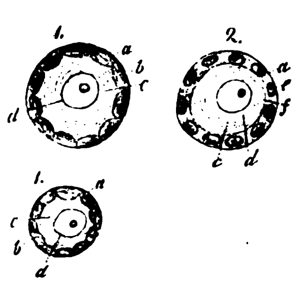


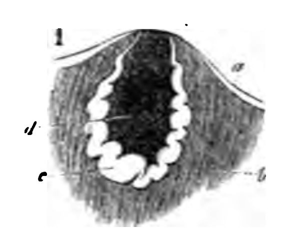
Fig. 398.

On trouve aussi, vers ce temps, quelques rares follicules plus gros. Dans un follicule de $0^{mm},24$, la cavité était déjà bien développée; mais au niveau du cumulus ovigère, ainsi que Schrœn l'a mentionné, l'œuf, qui mesurait 63 μ et dont la

Fig. 397. — Section transversale de l'ovaire d'un fœtus humain de six mois. — *a*, couche extérieure de la substance glandulaire, avec cordons glandulaires isolés avec un pinceau; *b*, couche interne de cette substance présentant des ovisacs isolés ou en voie d'isolement; *c*, stroma du hile (moëlle); *d*, mesoarium, coupé près du ligament large. Grossissement de 18 diamètres.

Fig. 398. — Trois follicules de Graaf de l'ovaire d'un embryon de petite fille nouveau-née. Grossissement de 350 diamètres. — 1, sans addition d'acide acétique. — 2, après addition d'acide acétique. — *a*, membrane anhiste du follicule; *b*, épithélium (membrane granuleuse); *c*, vitellus; *d*, vésicule germinative et tache; *e*, noyaux des cellules épithéliales; *f*, membrane vitelline très-ténue.

naissance, dans son épaisseur, à du tissu conjonctif embryonnaire de plus en plus abondant. Au quatrième ou cinquième mois, le corps jaune commence à s'atrophier et cette atrophie marche avec une certaine lenteur jusqu'au terme de la grossesse; chez la femme morte en couches, il mesure encore 9 millimètres, en moyenne; plus tard, la résorption se fait plus rapidement, jusqu'à ce qu'enfin, au bout de quelques mois, il ne reste plus aucune trace du follicule de Graaf métamorphosé, ou qu'il n'en subsiste qu'un corpuscule excessivement petit et diversement coloré, qui peut persister fort longtemps et ne disparaît peut-être qu'après plusieurs années. Ces corps jaunes rudimentaires (*corpora albicantia* ou *nigra* des auteurs) présentent encore, dans l'origine, une membrane d'enveloppe distincte, un noyau dentelé, de couleur grisâtre, rouge, brune ou même noire (ces dernières colorations résultent de l'hématine altérée), mais rarement pourvu d'une cavité, et enfin une substance corticale, souvent très-nettement plissée et offrant une coloration plus ou moins jaunâtre ou blanche; plus tard, ils se réduisent à de simples taches informes, confondues avec le stroma de l'ovaire. Les éléments qui les composent sont des cellules fusiformes analogues à celles qui constituent le stroma de l'ovaire, diverses espèces de molécules pigmentaires et des cristaux colorés (hématoïdine), la myéline de Virchow, ainsi que de la graisse blanche ou jaune. Cette dernière, au commencement, est encore renfermée dans les grosses cellules sphériques, oblongues ou fusiformes, qu'on trouve dans la substance corticale; ces cellules détruites, elle est mise en liberté et se résorbe plus ou moins complétement.



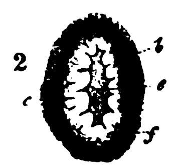


FIG. 399.

Lorsque la rupture des follicules de Graaf n'est point suivie de conception, les phémonènes sont encore les mêmes; mais ils se succèdent bien plus rapidement, de sorte qu'en général, dans ces cas, les corps jaunes disparaissent plus ou moins complétement dans l'espace d'un ou deux mois; aussi n'ont-ils jamais complétement la structure de ceux que nous venons de décrire et qu'on a désignés, pour cela, sous le nom de *vrais corps jaunes*.

Pour remplacer les nombreux follicules ovariques qui se détruisent pendant toute la durée de la période de fécondité, les petites capsules ovariques qui, comme nous l'avons vu ci-dessus, forment, même chez l'adulte, une zone spéciale dans la portion superficielle de la couche corticale de l'organe, se transforment constamment en follicules volumineux. Mais il

FIG. 399. — Section de deux corps jaunes, de grandeur naturelle. — 1, Corps jaune huit jours après la conception. — 2, Corps jaune au cinquième mois de la grossesse. — *a*, albuginée; *b*, stroma de l'ovaire; *c*, membrane fibreuse du follicule épaissie et plissée (couche interne); *d*, caillot sanguin dans la cavité de cette membrane; *e*, caillot décoloré; *f*, enveloppe fibreuse qui limite le corps jaune.

paraît aussi se produire, pendant ce temps, des follicules ovariques et des œufs de nouvelle formation. Les phénomènes de cette reproduction sont encore inconnus.

Les corps jaunes ont été, dans ces derniers temps, étudiés avec soin par Schrœn et par His, aux travaux desquels je renvoie pour les détails. Relativement à la formation des corps jaunes, comme Schrœn et Pflüger ont de nouveau fait jouer un rôle important à la membrane granuleuse. Dans cette formation, je me permettrai de rappeler ce que j'ai écrit en 1854, d'accord avec V. Baer, dans mon *Anatomie microsc.*, II, 2, p. 439, et de faire remarquer que His s'est également rallié à ma manière de voir. J'ai observé dans certains cas, chez l'homme, un épanchement sanguin dans l'intérieur du corps jaune, d'autres fois je ne l'ai point trouvé. Mais le petit nombre de mes observations ne me permet pas de me prononcer sur le degré de fréquence de ces épanchements. Pour ce qui est des animaux, au contraire, je partage complétement l'opinion de Coste et de Pflüger, qui nient que l'existence d'un épanchement sanguin d'une certaine abondance constitue la règle.

Une question encore peu étudiée, c'est celle de la formation de follicules de Graaf dans la période postembryonnaire. Quand il fut démontré par Barry et Bischoff, et plus tard aussi par Steinlin et par moi, pour les animaux, et par moi (1[e] édit. de cet ouvrage) pour l'homme, que les ovaires des animaux développés, de même que chez les embryons, renferment une multitude énorme de follicules microscopiques, il dut paraître rationnel de conclure de ce fait à une formation nouvelle de follicules et d'œufs dans la période postembryonnaire, et aujourd'hui encore cette conclusion doit être tenue pour légitime, attendu que les follicules observés étaient certainement beaucoup plus nombreux que ceux qui existent chez le nouveau-né. Comme nous savons, du reste, que les follicules ne se forment pas directement comme tels, mais résultent des étranglements qui se produisent sur certains organes primitifs, appelés *utricules glandulaires* par Pflüger, *cordons glandulaires* par moi, on peut se demander si ces cordons glandulaires embryonnaires se rencontrent encore chez des animaux complétement développés, ou si peut-être, à cette période, le mode de formation des follicules et des œufs est différent de celui qui s'observe dans les premiers temps.

Les données les plus importantes que nous possédions à cet égard sont dues à Pflüger. Cet auteur avance que chez divers animaux adultes (chat, chien, vache, lapin), il a trouvé parfois dans l'ovaire les mêmes phases de développement des ovisacs qui ont été décrites ci-dessus pour les jeunes animaux et les embryons, tandis qu'elles faisaient défaut chez les animaux encore éloignés de l'âge adulte ; il en conclut que chez les animaux adultes, à certaines époques qui n'ont pas encore été déterminées d'une manière exacte, il se forme des follicules et des œufs nouveaux. Antérieurement à Pflüger, Klebs, auquel plus tard se joignit Quincke, ayant constaté l'existence de vésicules germinatives à deux ou trois taches germinatives, d'œufs avec deux vésicules germinatives, et enfin de follicules avec deux ou trois œufs, follicules sur lesquels il avait reconnu que la membrane granuleuse avait bourgeonné autour de chaque œuf en particulier, en avait conclu que dans la période postembryonnaire, il se forme des œufs nouveaux par *scission des œufs existants*. Moi-même, enfin, dans la précédente édition de cet ouvrage (p. 364), me fondant sur des observations analogues à celles de Quincke, j'ai exprimé cette pensée qu'il était impossible que des capsules *ovariques d'un certain volume produisent des capsules et des œufs nouveaux sans participation de leurs œufs et par bourgeonnement de leur épithélium.*

On peut donc imaginer trois modes de formation des capsules ovariques et des œufs à une époque avancée, et l'on doit se demander jusqu'à quel point l'observation autorise des conclusions précises à cet égard. Pour moi, je n'ai, relativement à l'homme, que les données qui m'ont été fournies par l'examen attentif d'ovaires provenant de petites filles de la première année. Je crois néanmoins pouvoir en déduire quelques déductions positives. Un premier fait, c'est que chez les enfants de la première

année un peu avancées, tous les cordons glandulaires, encore assez nombreux et unis entre eux en réseau, ne renferment point d'œufs et consistent uniquement en cellules d'apparence épithéliale. Ainsi donc, à cette époque, tous les œufs si nombreux de la période embryonnaire sont déjà contenus dans des ovisacs séparés, peut-être aussi ont-ils été détruits en partie. En second lieu, on rencontre chez les enfants, à cette époque, une multitude de follicules particuliers, dont la signification n'est pas facile à déterminer. D'une part, on trouve sur des ovisacs généralement un peu volumineux et dont le diamètre peut s'élever jusqu'à 0^{mm},15 et même 0^{mm},19, des *appendices de la membrane granuleuse* (fig. 400) représentant des cylindres plus ou moins longs, (AB) dont l'extrémité est simplement arrondie ou renflée en un corps sphérique, analogue à un follicule (C), mais dans lequel, jusqu'ici, on n'a point constaté avec précision l'existence d'un œuf. D'autres follicules sont dépourvus de ces appendices, mais au lieu d'être sphériques, ils sont *fusiformes*, avec épaississement de l'épithélium aux deux pôles, ou du moins ils présentent à une de leurs extrémités un large renflement formé par la membrane granuleuse et à l'autre pôle un œuf. Si ces formes indiquent un bourgeonnement des follicules déjà existants, les autres traduisent peut-être des phénomènes de scission. Je n'ai vu qu'une seule fois deux vésicules germinatives dans un œuf, à zone épaisse, renfermé dans un gros follicule pourvu

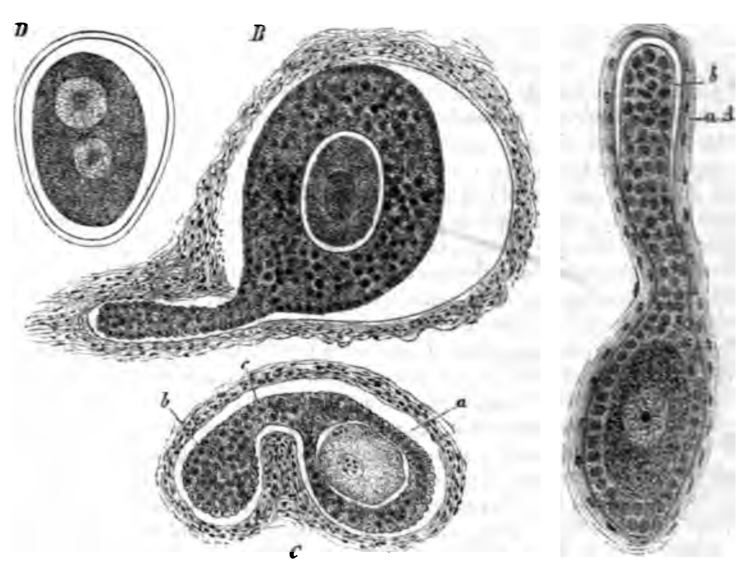


FIG. 400.

d'une cavité (fig. 400, D). Par contre, j'ai vu une fois deux œufs très-rapprochés dans un follicule plus petit ; une autre fois, j'ai rencontré dans le cumulus origère

FIG. 400. — Prise sur un ovaire d'une petite fille de sept mois. — A, follicule avec un œuf et un appendice cylindrique, non creux, de la membrane granuleuse. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, portions avoisinantes du stroma de l'ovaire. — *b*, appendice celluleux sur lequel on ne voyait pas d'enveloppe distincte. — B, follicule analogue, mais plus gros. Grossissement de 250 diamètres. Diamètre du follicule, 0^{mm},195; de l'œuf, 0^{mm},117; épaisseur de la membrane granuleuse, 35 à 46 μ. de la zone, 4 μ. — C, follicule qui était uni par un pédicule *c*, avec une masse celluleuse *b*, dans laquelle on n'a pu trouver d'œuf. Grossissement de 175 diamètres. Diamètre de l'œuf, 14 μ ; du corpuscule épithélial accessoire, 64 μ. — D, œuf à deux vésicules germinatives dans un follicule de 0^{mm},3 ; diamètre de l'œuf 0^{mm},1 ; des vésicules germinatives, 19 et 28 μ.

d'un gros follicule, au-dessous d'un œuf de 0^{mm},12 de diamètre, un second œuf, plus petit, à zone marquée par une simple ligne. De plus, j'ai trouvé très-fréquemment, dans des follicules de 80 à 150 μ, à côté d'un œuf bien développé, une à trois cavités sphériques, qui étaient creusées dans des régions épaissies de la membrane granuleuse et qui renfermaient souvent un corpuscule arrondi analogue à un œuf. Ces follicules ressemblent, quant à la membrane granuleuse et à ses cavités, à ceux qui ont été figurés par Quincke chez les animaux ; mais chez les petites filles, il m'a toujours été impossible, sur des pièces conservées dans l'alcool, de reconnaître une vésicule germinative dans ces corpuscules qui accompagnaient l'œuf bien développé. Je ne puis donc affirmer qu'il s'agissait là d'œufs véritables, d'autant que généralement ces derniers présentaient des vésicules germinatives très-nettes et que les corpuscules en question se distinguaient des œufs par leur apparence homogène et par un brillant tout particulier. Du reste, ces corpuscules sont mentionnés également par Langhans, qui les a représentés dans sa figure 8, comme provenant des cordons glandulaires, où je les ai observés également.

De ces observations, tout incomplètes qu'elles soient, je conclus premièrement que si, chez l'homme, il se forme véritablement des follicules et des œufs à une période postembryonnaire avancée, et la chose doit paraître indubitable en présence de l'observation que j'ai faite sur une femme morte au septième mois de la grossesse (4e édit., p. 563) et chez laquelle les ovaires contenaient la même quantité d'ovisacs très-petits que Barry et Bischoff ont constatée chez les animaux, cette formation n'est pas en corrélation directe avec la première genèse des œufs, attendu que chez les enfants d'un an, les cordons glandulaires encore existants ne renferment plus d'œufs non mûrs. Il semble donc qu'il se forme véritablement plus tard de nouveaux œufs et cela surtout, à mon avis, par bourgeonnement des follicules existants, peut-être aussi par scission. Les follicules particuliers décrits ci-dessus, avec les appendices en bourgeon de la membrane granuleuse, peuvent, à la vérité, être interprétés de deux façons, car ces appendices, au lieu d'être des bourgeons de nouvelle formation, pourraient aussi bien représenter des restes des anciens cordons glandulaires. Mais, tout bien considéré, la première hypothèse me paraît de plus vraisemblable. Un fait très-important, c'est que dans les ovaires d'enfants, ces appendices ne se montrent jamais sur les très-petits follicules qui s'y rencontrent par milliers, mais toujours et exclusivement sur des follicules plus avancés, situés profondément. Il est à remarquer ensuite que l'on ne rencontre jamais ces cordons glandulaires étroits, se terminant à leur extrémité par un seul ovisac, pendant le développement embryonnaire des ovisacs, et enfin qu'à cette époque les follicules présentant un épaississement de la membrane granuleuse à un de leurs pôles ou aux deux font complétement défaut. Il me paraît donc vraisemblable que les appendices en question résultent d'un bourgeonnement de la membrane granuleuse dans des follicules déjà développés, que dans une phase ultérieure, leurs éléments se différencient, de même que chez l'embryon, en œuf et en cellules épithéliales, et s'isolent ensuite par étranglement; mais je ne prétends pas affirmer qu'il n'y a pas aussi d'autres modes de formation des ovisacs et des œufs dans la période postembryonnaire. Toutefois, au point de vue où je me trouve placé (voir le paragraphe précédent), il me serait impossible d'admettre, comme Pflüger a songé à le faire, une production nouvelle de cordons glandulaires, ayant pour point de départ l'épithélium de l'ovaire ; il se pourrait que, dans [illegible]taines circonstances, les cordons glandulaires persistassent dans la forme où [illegible]hans et moi les avons rencontrés chez des enfants d'un an pour reprendre leur [illegible]ssement à une époque ultérieure et continuer à se transformer en corpuscules [illegible]ant des œufs, analogues à ceux qu'on trouve chez l'embryon. Les observa[tions ci-]dessus mentionnées de Pflüger semblent effectivement favorables à l'existence [illegible]ables cordons glandulaires chez les animaux adultes. Mais si l'on examine [illegible]tieusement les assertions de cet auteur, on trouve que toutes les produc[tions] observées peuvent aussi bien être considérées comme des phases de [illegible]ment de bourgeons nés de follicules déjà avancés, et que, dans tous les cas

l'existence, chez l'adulte, de cordons glandulaires indépendants ne peut être envisagée comme un fait parfaitement démontré. — Quant à la formation de follicules et d'œufs par voie de scission, je ferai remarquer que je n'ai aucune répugnance à l'admettre, mais que les faits connus ne me paraissent pas précisément de nature à rendre une telle opinion irrésistible.

§ 198. **Oviducte et matrice.** — Des trois tuniques qui composent l'*oviducte*, la plus externe, appartenant au péritoine, ne présente rien de remarquable; la moyenne, formée de *fibres musculaires lisses*, est assez épaisse, surtout dans la moitié interne de la longueur de l'oviducte, et présente une couche externe de fibres longitudinales et une couche interne de fibres circulaires. Les éléments de ces fibres, très-difficiles à isoler, même pendant la grossesse, sont mélangés avec une quantité considérable de tissu conjonctif vaguement fibrillaire, à corpuscules conjonctifs fusiformes nombreux, tissu analogue à celui du stroma de l'ovaire. La tunique la plus interne, ou *tunique muqueuse*, est une couche mince, molle, d'un blanc rosé, unie à la tunique musculeuse par un peu de tissu sous-muqueux; elle n'offre ni glandes (Bowman et Hennig décrivent des glandes de l'oviducte, que je n'ai pu voir encore), ni villosités, mais de simples plis longitudinaux qui, dans la portion élargie de l'oviducte (l'*ampoule*, de Henle), sont très-développés et parfois aussi garnis de plis secondaires simples ou composés (Henle); elle se compose de tissu conjonctif peu développé, avec de nombreux corpuscules conjonctifs fusiformes. Sa face interne, depuis l'utérus jusqu'au bord libre des franges, et même au delà (Becker), est garnie d'une couche simple de cellules vibratiles coniques ou filiformes, se terminant par une extrémité de 13 à 32 μ de largeur. Les cils de ces cellules, qui sont très-distincts, produisent un courant qui, de l'orifice abdominal, se dirige vers l'orifice utérin de la trompe et contribue probablement à faire cheminer l'œuf, mais non le sperme. A cet égard, une frange connue depuis longtemps et qui s'étend jusqu'à l'ovaire (*frange ovarique*, Henle), mérite une attention spéciale.

L'*utérus* a la même composition que l'oviducte, avec cette particularité que la tunique musculeuse et la membrane muqueuse y sont beaucoup plus épaisses et présentent une structure un peu différente. La *tunique musculeuse* est d'un rouge pâle; on peut y distinguer trois couches, qui cependant ne sont point nettement séparées comme dans d'autres organes, dans l'intestin, par exemple. La *couche la plus superficielle* se compose de fibres longitudinales et de fibres transversales; les premières forment une lame mince, unie intimement avec le péritoine et étendue sur le fond, la face antérieure et la face postérieure de l'organe, jusqu'au col; les fibres transversales, en couche beaucoup plus épaisse, entourent l'utérus circulairement et se continuent en partie dans le ligament rond, le ligament de l'ovaire, le ligament de l'oviducte. La *couche moyenne* est la plus puissante; elle présente des faisceaux aplatis, longitudinaux, transversaux et obliques, qui s'entrecroisent dans toutes les directions, et renferment des vaisseaux volumineux, notamment des veines, ce qui lui donne un aspect

spongieux, surtout dans l'état de grossesse. La *couche la plus interne*, enfin, est très-mince, comme la couche externe, et se compose d'un lacis de fibres longitudinales minces, de fibres transversales et obliques plus épaisses, qui, au niveau de l'orifice des oviductes, forment quelquefois des anneaux parfaitement distincts. Dans le fond de l'utérus, où les parois de l'organe atteignent leur plus grande épaisseur, la couche moyenne offre son maximum de développement; elle s'y trouve souvent comme stratifiée, tandis que dans le col, dont les parois sont plus minces, on rencontre principalement des fibres transversales, entremêlées seulement de quelques fibres longitudinales. Vers l'orifice utérin externe et au niveau de ce dernier, on voit, immédiatement au-dessous de la muqueuse, des fibres transversales très-développées, qu'on peut considérer comme formant un véritable *sphincter uteri*. En outre, on trouve des fibres musculaires tout à fait superficielles dans les plis des arbres de vie (Hélie et Chenantais, cités par Guyon, *l. c.*, p. 204). — Les éléments des fibres musculaires de l'utérus sont tous des fibres-cellules fusiformes, courtes (de 44 à 68 μ de longueur), à noyau ovalaire; comme ils sont unis entre eux par une grande quantité de tissu conjonctif dense, riche en fibres-cellules, analogue à celui qui forme le stroma de l'ovaire, il en résulte qu'ils sont très-difficiles à isoler; même sous l'influence de l'acide nitrique au cinquième, ils ne deviennent point aussi évidents qu'ailleurs.

La *muqueuse utérine* est une membrane blanche ou rougeâtre, intimement unie à la tunique musculeuse, dont il est impossible de la séparer; sur des coupes, cependant, elle s'en distingue par sa couleur plus claire, sans qu'on puisse fixer une limite précise entre les deux tissus. La couche fondamentale de la muqueuse utérine est formée de ce même tissu conjonctif embryonnaire, mêlé de nombreuses fibres-cellules et d'éléments plus arrondis, et dépourvu de fibres élastiques, qu'on rencontre dans toutes les parties des organes génitaux de la femme; l'*épithélium* se compose d'une simple couche de *cellules vibratiles* pâles, de 33 μ de longueur, et dont les cils délicats se meuvent de dehors en dedans. La muqueuse utérine présente d'ailleurs des différences dans le corps et le fond de l'utérus et dans le col. Dans le corps, elle est friable, rougeâtre, mince (1 à 2 millimètres); sa face interne est lisse et dépourvue de papilles, mais présente çà et là quelques plis assez marqués; dans son épaisseur, se trouvent une multitude de petites glandules, appelées *glandes utriculaires de l'utérus* ou *glandes utérines*, et qui ont la plus grande analogie avec les glandes de Lieberkühn de l'intestin; ce sont, en effet, des utricules simples ou bifurqués, dont la longueur est mesurée par l'épaisseur de la muqueuse, qui ont 44 à 68 μ de largeur, et qui, vers leur extrémité, sont souvent contournés en tire-bouchon. Les glandes utérines sont très-serrées les unes contre les autres et formées d'une membrane amorphe très-mince, tapissée intérieurement d'un épithélium cylindrique; elles s'ouvrent à la surface de la muqueuse, soit isolément, soit deux à deux ou trois à trois, par un orifice de 70 μ de largeur. Le contenu de ces glandules ne renferme

aucun élément figuré ; mais il n'est pas rare de voir l'épithélium des parois s'éliminer et remplir la cavité glandulaire sous la forme d'un produit grisâtre. Dans les maladies, ces glandules se détruisent avec une grande facilité; cependant H. Müller les a observées encore sur des femmes de soixante-dix à quatre-vingts ans.

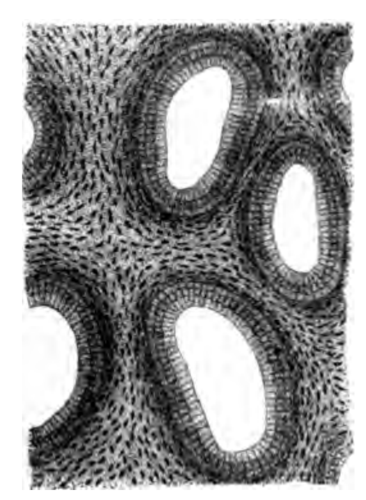


Fig. 401.

Dans le *col* de l'utérus, la muqueuse est plus blanche, plus dense et plus épaisse (2 à 3 millimètres), surtout sur les parois antérieure et postérieure, où se trouvent les *plis palmés*. Entre ces plis, on voit des excavations anfractueuses, qui ont jusqu'à 2 millimètres de profondeur ou même davantage, et qui sont tapissées d'un épithélium cylindrique. Ces excavations, qui diffèrent notablement des glandes muqueuses ordinaires, doivent être considérées néanmoins comme des *follicules muqueux*, sécrétant le mucus visqueux et transparent du col utérin. D'après E. Wagner, la longueur de ces formations glandulaires est de $0^{mm},5$ à 1 millimètre, leur largeur de 40 à 80 μ; suivant Henle, la largeur de leurs embouchures est de $0^{mm},3$ à $0^{mm},4$. Dans cette région se rencontrent aussi très-fréquemment des vésicules closes, dont le diamètre varie entre $0^{mm},7$ et 5 millimètres ou plus et qui sont remplies de la même substance muqueuse ; ces vésicules, connues sous le nom d'*œufs de Naboth*, sont formées d'une couche de tissu conjonctif et de petites cellules cylindriques, et pourraient être considérées comme des follicules clos qui crèvent de temps en temps, comme les follicules de Graaf; mais, en réalité, ce sont de simples follicules muqueux dilatés et oblitérés; elles doivent quelquefois leur existence à un travail pathologique et se rencontrent aussi çà et là dans la muqueuse du corps de l'utérus.

Le tiers ou la moitié inférieure du canal cervical de l'utérus présente des papilles verruqueuses ou filiformes, revêtues de cylindres d'épithélium vibratile; chacune de ces papilles contient une ou plusieurs anses vasculaires et une quantité énorme de petits noyaux (cellules ?), quelquefois aussi des gouttelettes pâles de graisse. L'épithélium du col et du corps de l'utérus paraît sujet à varier; du moins Henle assigne-t-il un épithélium pavimenteux à la portion inférieure du col, et Becker ne trouve-t-il de l'épithélium vibratile que dans le fond de l'utérus. — La portion vaginale de l'utérus présente extérieurement la même muqueuse

Fig. 401. — Section transversale de quelques glandes utérines de la femme. Grossissement de 200 diamètres.

que le vagin (v. plus bas). Parmi les papilles de cette muqueuse, quelques-unes, d'après Ullmann, sont des papilles composées.

La *distribution vasculaire* ne présente que peu de particularités dans l'utérus non gravide. Les grosses branches artérielles cheminent dans la substance musculeuse et se ramifient de là sur deux faces de la couche musculeuse et de la membrane muqueuse. Celle-ci, comme celle de tous les organes, offre des vaisseaux d'un certain calibre à sa face profonde et des vaisseaux plus fins dans ses couches superficielles; ces derniers fournissent un réseau capillaire qui entoure les glandes et qui donne naissance à un réseau superficiel excessivement serré, dont les mailles sont formées de vaisseaux un peu plus gros (13 à 22 μ); de ces réseaux partent de larges veines dépourvues de valvules et à parois très-minces, qui suivent le même trajet que les artères. Les *lymphatiques de l'utérus*, dont l'origine est probablement dans la muqueuse, sont extrêmement nombreux; ils forment sous le péritoine des réseaux plus ou moins serrés, d'où naissent des troncs nombreux et considérables, qui cheminent avec les vaisseaux sanguins, pour se jeter soit dans les ganglions pelviens, soit, avec les lymphatiques de l'ovaire, dans les ganglions lombaires. Les *nerfs de l'utérus* proviennent du plexus hypogastrique et du plexus ovarique; ils sont formés d'une foule de tubes minces, joints à quelques tubes larges; contenus d'abord dans le ligament large, où ils sont unis entre eux en forme de plexus, ils suivent généralement, dans l'utérus, le trajet des vaisseaux sanguins et se distribuent dans la substance musculeuse depuis le fond jusqu'au col de l'organe; c'est dans la portion cervicale qu'ils sont le plus nombreux. Ces nerfs sont blancs et ne présentent point de renflements ganglionnaires dans l'épaisseur de l'utérus. Leurs connexions dans la muqueuse et leur mode de terminaison sont encore inconnus.

Quant aux *ligaments* de l'utérus, le ligament large, les ligaments antérieurs et postérieurs sont de simples duplicatures du péritoine, entre les feuillets desquelles se trouvent non-seulement les vaisseaux afférents et efférents de la matrice, mais encore une proportion notable de fibres musculaires lisses, dont le point de départ est dans cet organe. Des fibres analogues, provenant également de l'utérus, se rencontrent en petite quantité dans le ligament de l'ovaire, en quantité très-considérable, au contraire, dans le ligament rond, où elles forment des faisceaux longitudinaux entourés de tissu conjonctif. Au niveau de l'orifice inguinal interne, il s'y joint, en outre, un assez grand nombre de *fibres striées, qui souvent remontent jusqu'au voisinage de l'utérus*. D'après Rouget, il existe, le long des vaisseaux spermatiques internes, des fibres musculaires lisses qui se perdent dans la portion supérieure des ligaments larges et entre l'extrémité abdominale de la trompe et l'ovaire; j'ai pu confirmer ce fait.

L'oviducte présente parfois deux et même trois orifices abdominaux. Richard (*Anat. des trompes de l'utérus*, thèse, Paris, 1851), qui le premier a signalé cette anomalie, l'a rencontrée cinq fois sur trente cas; il a observé aussi des orifices accessoires ter-

minés en cul-de-sac, garnis de franges. Des cas analogues ont été décrits par W. Meckel (*Beitr. z. path. Entw., der Genit.*, Erl., 1856, *Diss.*)

Rouget désigne le tissu de l'utérus et des ovaires sous le nom de tissu érectile. S'il avait voulu dire simplement que ces organes renferment beaucoup d'artères et de riches plexus veineux, et que, comme beaucoup d'autres organes très-vasculaires, ils sont très-susceptibles de se congestionner, on pourrait excuser cette expression. Mais comme Rouget établit aussi une comparaison avec les corps caverneux des organes génitaux externes, nous devons expressément déclarer que rien de semblable ne se rencontre dans aucun point des organes génitaux de la femme. Dans la muqueuse du col utérin, les artères, d'après Henle, ont des parois extrêmement épaisses et sont très-nombreuses; elles se dirigent perpendiculairement vers la surface, où elles communiquent par des capillaires avec des veines relativement larges, offrant la même direction.

§ 199. **Modifications que subit l'utérus à l'époque de la menstruation et pendant la grossesse.** — A l'époque menstruelle, l'utérus tout entier augmente de volume et son tissu devient plus lâche, double phénomène qui dépend surtout de la dilatation que subissent les vaisseaux, et aussi de l'augmentation dans la quantité de plasma sanguin qui imprègne tout l'organe ; du moins n'ai-je pu constater, outre une séparation plus facile des éléments musculaires, aucune modification de la tunique musculeuse. La muqueuse, au contraire, subit une véritable hypertrophie et prend une épaisseur qui peut aller jusqu'à 2, 4 et 6 millimètres, voire même jusqu'à 11 et 13 millimètres au niveau des plis; elle devient plus molle et présente de magnifiques glandes utriculaires, faciles à isoler, mesurant de 2 à 6 millimètres en longueur et 70 à 90 μ en largeur ; on voit, en outre, dans son tissu une foule de jeunes cellules sphériques ou fusiformes. Les vaisseaux sanguins de la muqueuse, qui fournissent spécialement le liquide menstruel, sont extraordinairement nombreux et dilatés dans toute l'étendue de l'utérus, mais particulièrement dans le corps et dans le fond; cette remarque s'applique surtout au réseau capillaire superficiel : d'où la couleur rouge vif de la muqueuse. En même temps que le sang est versé au dehors, par suite de la rupture des capillaires superficiels, l'épithélium est éliminé en partie, à l'exception de celui du col ; aussi le rencontre-t-on constamment en grande abondance dans le sang, mêlé de mucus, qui remplit la cavité utérine. Mais on ne doit point considérer comme un phénomène normal l'élimination totale ou partielle de la muqueuse utérine, qu'on observe quelquefois pendant ou après l'époque menstruelle. Cette époque passée, les parties reviennent promptement à leur premier état, et un nouvel épithélium se produit à la surface de la muqueuse.

Tout autres sont les modifications déterminées par la *grossesse ;* au *point de vue microscopique,* cependant, la seule qui présente de l'intérêt, c'est l'accroissement de volume de l'utérus. Une grande part en revient à l'énorme dilatation de la cavité interne; l'épaississement des parois coïncide avec cette dilatation pendant les premiers mois; mais, à partir du cinquième mois, ces parois s'amincissent. En somme, la masse de l'utérus

it vingt-quatre fois plus considérable (J. F. Meckel, *Anat.*, IV,). Le mécanisme de ces modifications, au point de vue histologique, pour ainsi dire complétement inconnu avant mes recherches *hr. f. wiss. Zool.*, I); aujourd'hui il peut être assez bien expliqué, aux points essentiels. Les principaux changements ont lieu dans *que musculeuse :* c'est elle qui subit l'augmentation de volume d'où d principalement l'accroissement de l'utérus. Deux phénomènes irent à produire cette augmentation : l'*accroissement du volume des ts musculeux déjà existants* et la *formation d'éléments musculeux nou-*

Le premier est si considérable que les fibres-cellules contractiles, ı de 44 à 68 μ de longueur et 45 μ de largeur qu'elles présentent ellement, mesurent au cinquième mois 13 à 26 μ dans le sens longueur, et 5 à 13 et même 22 μ dans le sens de la largeur; la seconde moitié du sixième mois, 220 à 260 μ en longueur, .3 μ en largeur, et 4 à 6 μ aisseur, de sorte qu'elles de- nt environ sept à onze fois ongues et deux à sept fois plus . La *production de nouvelles fibres 'aires* s'observe surtout pendant emière moitié de la grossesse is les couches internes de la ie musculeuse où l'on trouve une ude de jeunes cellules de 22 de diamètre, présentant toutes rmes transitoires aux fibres- s de 40 à 68 μ de longueur. Mais e fait pas défaut non plus dans uches extérieures. Cette géné- de fibres musculaires paraît s'ar- au sixième mois ; du moins trouvé dans l'utérus, pendant gt-sixième semaine de la gros- que des fibres-cellules énormes, ucune trace de formes antécé- . A cet accroissement de fibres ılaires correspond celui du *tissu ctif* qui les unit entre elles; ı fin de la grossesse, ce tissu présente, par places, des fibrilles par- ent distinctes. En même temps la *muqueuse* a subi des modifications ombreuses, et c'est même elle qui ouvre la marche des changements par la grossesse. Au bout de huit jours après la conception, elle



Fig. 402.

102. — **Éléments musculeux d'un utérus au cinquième mois de la grossesse. — *a*, llules formatrices des fibres musculaires; *b*, jeunes cellules; *c*, fibres-cellules déve- Grossissement de 350 diamètres.**



est déjà devenue plus épaisse (4 à 6 millimètres), plus molle, plus lâche et plus rouge; ses plis sont plus saillants et la limite qui la sépare du tissu musculaire est plus distincte. A mesure qu'on s'éloigne du début de la grossesse, ces particularités deviennent plus marquées. Quand on étudie la muqueuse avec le secours du microscope, on reconnaît, non-seulement que les vaisseaux de cette membrane sont considérablement dilatés, mais encore que dans son épaisseur il s'est formé une masse notable du tissu conjonctif nouveau, et que ses glandes utriculaires ont pris des proportions beaucoup plus considérables, car elles mesurent alors 4 à 6 millimètres en longueur et 90 à 240 μ (moyenne : 189 en largeur). Plus tard, la plus grande partie de cette muqueuse hypertrophiée constitue ce que l'on a nommé la *caduque vraie* (*decidua vera*), tandis que le reste, qui répond à l'insertion de l'œuf, se transforme en *placenta utérin*. Des bords de cette portion placentaire de la muqueuse naissent des bourgeons, qui s'étendent tout autour de l'œuf et constituent la caduque *réfléchie* (*decidua reflexa*). Nous ne nous étendrons pas sur tous ces phénomènes; nous ferons remarquer seulement que les glandes en tube de la caduque vraie se transforment peu à peu en des espèces de poches, dont les ouvertures donnent à cette membrane et au bord de la caduque réfléchie l'aspect d'un crible. A partir du deuxième mois, vu l'augmentation de surface de la face interne de l'utérus, les deux caduques perdent de leur épaisseur, sans cesser cependant d'augmenter de masse. Quelle que soit l'époque à laquelle on les examine, on trouve leur tissu formé de cellules sphériques plus ou moins volumineuses, avec un beau noyau, souvent multiple, de fibres-cellules offrant parfois des dimensions colossales et renfermant un gros noyau très-distinct, et enfin, dans la caduque vraie surtout, de nombreux vaisseaux sanguins; l'épithélium, au contraire, abstraction faite des premiers mois de la grossesse, a complétement disparu de la surface des caduques. — La *muqueuse* du col ne participe en rien à la formation des caduques et conserve son épithélium (non vibratile) pendant toute la durée de la grossesse. Mais

FIG. 403. — *a*, fibres-cellules musculaires d'un utérus gravide au sixième mois; *b*, portion moyenne d'une fibre traitée par l'acide acétique, et montrant une apparence d'enveloppe; *c*, noyau des fibres-cellules. Grossissement de 350 diamètres.

e s'épaissit également; ses follicules muqueux surtout se dévelop-nt, et ce sont eux qui sécrètent le bouchon muqueux qui remplit tout canal cervical.

La *membrane séreuse*, bien que ne croissant pas dans la même propor-n que les autres tuniques, n subit pas moins une cer-ne hypertrophie; l'augmen-ion de volume des liga-nts utérins, des ligaments ds, en particulier, est très-dente et dépend surtout ne modification de leurs res musculaires lisses, ana-ue à celle que nous avons crite à propos de l'utérus, ut-être aussi de la multipli-tion des faisceaux de muscles iés. L'accroissement des *isseaux sanguins et lympha-ues*, en longueur et en ca-re, n'est pas moins mani-ste. Ici encore c'est l'élément usculaire qui joue le prin-pal rôle; les nouveaux élé-ents musculaires sont très-ciles à démontrer sur les ines, même dans la tunique ventice et dans la tunique terne. Quant aux *nerfs*, il t certain qu'ils grossissent alement; mais il n'est pas montré qu'il s'y développe t nouveaux tubes nerveux. Il n'est nullement douteux, au contraire, e les tubes existants augmentent de largeur et de longueur, ni que rs contours foncés s'étendent plus loin dans l'épaisseur de la substance l'utérus.

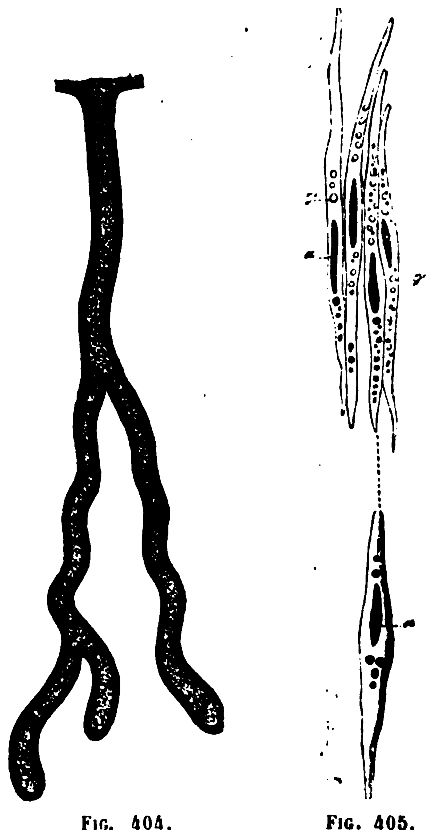


FIG. 404. FIG. 405.

Le retour de l'utérus, après l'accouchement, à un état voisin de celui 'il présentait avant la conception, ne s'opère pas de la même façon dans diverses parties de l'organe. Dans la tunique musculeuse, l'atrophie des éments contractiles est évidemment le phénomène principal; déjà trois maines après la grossesse, ces éléments, dans lesquels se sont déposées

FIG. 404. — Glande utérine d'une primipare, huit jours après la conception.

FIG. 405. — Fibres musculaires d'un utérus au troisième mois après l'accouchement; les cellules pâles ont été traitées par l'acide acétique. — *a*, noyau des cellules; *g*, granulations graisseuses dans leur intérieur. Grossissement de 350 diamètres.

des granulations graisseuses, ont repris la longueur (68 μ) qu'ils présentent dans l'utérus vierge (fig. 405); peut-être, cependant, certaines fibres-cellules sont-elles complétement résorbées. Les phénomènes se passent différemment dans la muqueuse, qui, sous la forme de caduque et de placenta utérin, a été complétement éliminée pendant l'accouchement, et qui, par conséquent, doit être régénérée tout entière. Les divers actes qui composent cette régénération, unique dans son genre, n'ont pas encore été suivis exactement; mais il est plus que probable que la réparation est complète deux ou trois mois après l'accouchement. Il est évident aussi que la membrane séreuse, les vaisseaux et les nerfs de l'utérus reviennent à leur premier état ; le mécanisme de ce retour est peu connu.

On admet généralement, depuis Tiedemann, que les *nerfs* de l'utérus sont plus volumineux à l'état de grossesse qu'à l'état de vacuité; mais cette opinion a été combattue d'une manière absolue par Snow-Beck. D'un autre côté, Jobert, de Lamballe (*Comptes rendus*, 1841), veut que l'augmentation de volume porte seulement sur l'enveloppe fibreuse et non sur les nerfs eux-mêmes. Il est évident que le microscope seul pouvait fournir des renseignements certains à cet égard ; mais on n'a encore fait que peu de recherches. Jusqu'ici on ne peut rien conclure des faits mis en avant par Remak (*l. c.*), qui prétend qu'à l'époque de la grossesse, les nerfs deviennent plus gros et prennent *une couleur grise*, ce qui dépendrait d'une augmentation dans le nombre des fibres à noyaux; attendu que nous manquons de raisons suffisantes pour décider d'une manière certaine si les fibres à noyaux sont des tubes nerveux embryonnaires ou constituent une des formes du tissu conjonctif. Mais nous devons à Kilian des recherches sur les animaux faites avec soin et qui démontrent que, sur l'utérus gravide, les nerfs de cet organe conservent plus avant dans la substance musculeuse leurs contours obscurs; tandis que sur l'utérus vide, ils perdaient ces contours plus tôt, tantôt à leur entrée dans l'utérus, tantôt avant de l'atteindre, et prenaient le caractère de tubes embryonnaires sans moelle. Cette circonstance a même permis à Kilian de poursuivre les nerfs beaucoup plus loin dans la substance de l'utérus. Quant à une production de nouvelles fibres nerveuses, Kilian n'a rien vu qui la rende admissible; aussi la regarde-t-il comme peu probable, attendu qu'il faudrait admettre aussi, dit-il, une production nouvelle de substance ganglionnaire, laquelle n'est pas vraisemblable. En ce qui me concerne, un tel fait ne me semble nullement impossible, vu que cette multiplication des cellules ganglionnaires et des fibres nerveuses ne serait nécessaire que dans la première grossesse. On pourrait admettre aussi que les tubes nerveux de nouvelle formation ne sont que des branches d'autres tubes; mais il me semble plus prudent d'attendre, pour se prononcer, la solution des problèmes posés par les recherches de Remak sur l'homme. Je ferai remarquer cependant qu'une augmentation de volume des cordons nerveux pourrait dépendre à la fois d'un élargissement des tubes nerveux existants et d'une hypertrophie du névrilème, et que la *multiplication des extrémités terminales des nerfs* est suffisante pour rendre ces derniers aptes à se distribuer sur de plus grandes surfaces.

L'augmentation de volume des *vaisseaux*, artères et surtout veines, au temps de la grossesse, est très-considérable, et c'est cette circonstance qui fait qu'à cette époque, la tunique moyenne ou musculeuse, qui contient les vaisseaux les plus volumineux, se distingue plus nettement des deux autres. — Les *troncs veineux* de l'utérus gravide m'ont offert, outre la couche musculeuse normale, à fibres circulaires excessivement grosses, une couche musculeuse interne et externe, à direction longitudinale, et dont les éléments avaient les mêmes proportions colossales :

ici donc l'épaississement des parois est démontré directement (*Zeitschr. f. w. Zool.*, I, 84.)

§ 200. **Vagin et parties génitales externes.** — Les parois du vagin ont 2 millimètres d'épaisseur et se composent d'une *membrane fibreuse* extérieure, d'une *couche moyenne de fibres musculaires* et d'une *membrane muqueuse*. La *membrane fibreuse*, mince et de couleur blanchâtre, est formée d'un tissu conjonctif, lâche en dehors, plus serré en dedans, mélangé de nombreuses fibres élastiques et de réseaux veineux; elle se confond insensiblement avec la *tunique moyenne*, qui est un peu rougeâtre, et qui, outre le tissu conjonctif et des veines nombreuses, présente une quantité assez notable de *fibres musculaires lisses*. Ces fibres, évidentes surtout pendant la grossesse, sont formées de fibres-cellules de 90 à 180 μ de longueur, et s'unissent en faisceaux longitudinaux et transversaux, dont l'ensemble constitue une véritable membrane musculeuse. La *muqueuse vaginale* est rouge pâle; elle porte un grand nombre de plis, de rugosités (*columnæ rugarum*), et présente un tissu conjonctif très-dense, extrêmement riche en fibres élastiques, auxquelles elle doit sa grande solidité et sa grande dilatabilité : on n'y trouve point de glandes (dans un cas, Henle y rencontra des follicules solitaires en quantité (*Splanchn.*, fig. 350). Sa face interne est garnie de nombreuses papilles coniques ou filiformes, de 130 à 180 μ de longueur et de 56 à 76 μ de largeur. Ces papilles sont complétement ensevelies dans un épithélium pavimenteux de 150 à 200 μ d'épaisseur, analogue à celui de l'œsophage, épithélium dont les lamelles les plus superficielles mesurent 32 à 33 μ de largeur et contiennent un noyau de 6 μ de diamètre. — L'*hymen* est un repli de la muqueuse et présente la même structure que cette membrane.

Du vagin, la muqueuse s'étend sur les parties génitales externes, recouvre le gland du clitoris et le vestibule, ainsi que le méat urinaire, et forme les replis appelés prépuce du clitoris et petites lèvres. Sur les grandes lèvres, elle se continue insensiblement avec la peau; à la face interne de ces dernières et à la fourchette, le tégument ressemble encore à une membrane muqueuse, tandis qu'au bord, à la face externe et au mont de Vénus, il prend tous les caractères de l'enveloppe cutanée. La partie fondamentale de la muqueuse des organes génitaux externes est formée d'un tissu conjonctif spongieux, vasculaire, dépourvu de graisse, mais assez riche en fibres élastiques fines; ses couches superficielles, qui répondent au derme, ont $0^{mm},45$ à $0^{mm},55$ d'épaisseur; elles supportent partout des papilles très-développées, mesurant 100 à 220 μ sur les petites lèvres, 70 à 88 μ au clitoris, et sont couvertes d'un épithélium pavimenteux stratifié, de 90 à 280 μ d'épaisseur; les cellules superficielles de cet épithélium ont 22 à 45 μ de largeur (fig. 64, 4). Les téguments des grandes lèvres ont en partie la structure des muqueuses, et en partie celle de la peau; entre les deux feuillets qui composent ces replis, on trouve du tissu adipeux ordinaire.

Les parties génitales externes présentent diverses espèces de glandes, plus ou moins volumineuses. Des *follicules* en forme d'étoile et d'un volume considérable (0mm,5 — 2 millimètres) se rencontrent sur les deux faces des grandes lèvres, où ils sont en connexion avec des follicules pileux de différents calibres; il s'en trouve également sur les petites lèvres, où il n'existe point de poils et où ils sont plus petits (0mm,2 — 1 millimètre), et enfin, çà et là, autour du méat urinaire et à l'entrée du vagin. Des *glandes muqueuses en grappe*, de forme ordinaire et de 0mm,7 à 3mm,3 de diamètre, se voient en nombre très-variable au pourtour du méat urinaire, dans le vestibule et sur les parties latérales de l'entrée du vagin; leurs conduits excréteurs, très-courts ou mesurant jusqu'à 13 millimètres de longueur, s'ouvrent tantôt par un orifice microscopique et tantôt par une ouverture assez large. Enfin, à l'extrémité inférieure du bulbe vestibulaire, sur les côtés de l'entrée du vagin, se rencontrent les *glandes de Bartholin*. Ces organes, qui répondent aux glandes de Cowper de l'homme, sont de simples glandes muqueuses en grappe, de 14 millimètres de diamètre, dont les vésicules glandulaires piriformes, tapissées intérieurement d'un épithélium pavimenteux, ont de 45 à 110 μ de diamètre et sont entourées d'un tissu conjonctif compacte, parsemé de noyaux, mais dans lequel on ne trouve point de fibres musculaires. Les conduits excréteurs de ces glandes ont 15 à 18 millimètres de longueur et 1 millimètre de largeur; ils sont formés d'une tunique muqueuse, revêtue d'un épithélium cylindrique de 22 μ d'épaisseur, et d'une couche mince de fibres musculaires lisses, dont la direction est longitudinale; dans leur intérieur, on trouve toujours un mucus amorphe, visqueux, transparent et jaunâtre.

Le *clitoris*, avec ses deux corps caverneux, et le *gland*, en connexion avec les *bulbes du vestibule*, représentent, en petit, les corps caverneux de l'urèthre fendu, et ont exactement la même structure que les parties correspondantes et les corps caverneux de l'homme; les éléments musculeux s'y isolent encore plus facilement que dans ces derniers.

Les *vaisseaux sanguins* du vagin et des parties génitales externes ne présentent, en somme, que peu de particularités. Les papilles des diverses régions renferment généralement une anse vasculaire simple; ce n'est que dans les cas où elles sont très-volumineuses ou composées, comme cela a lieu fréquemment autour du méat urinaire, qu'elles contiennent des anses multiples. Les *corps caverneux*, d'après tout ce que nous savons, ne diffèrent en rien de ceux de l'homme; suivant Valentin, on trouverait même, dans le clitoris, des artères hélicines. Dans les parois du vagin, au-dessus des bulbes du vestibule, se voient des plexus veineux extrêmement riches, mais qui, contrairement à l'opinion de Kobelt, ne représentent point de véritables corps caverneux. Les *vaisseaux lymphatiques* des parties génitales externes et du vagin sont fort nombreux; ils aboutissent aux ganglions de l'aine ou à ceux du bassin. Les *nerfs*, enfin, proviennent, soit du grand sympathique, soit du plexus honteux; ils sont nombreux sur-

tout dans le clitoris; mais on en trouve aussi très-facilement dans la muqueuse du vagin, où ils présentent souvent des bifurcations de fibres primitives. On a peu étudié jusqu'ici leur mode de terminaison; mais on sait qu'en certains points, se trouvent des renflements terminaux et des corpuscules de Pacini (voy. § 40 et 42).

Les produits sécrétés par les organes génitaux de la femme sont, outre l'œuf : 1° un *mucus blanchâtre*, fourni par la muqueuse de l'utérus et du vagin ; celui de l'utérus paraît provenir principalement des glandes utérines et présente peut-être quelques caractères spéciaux ; 2° un *mucus hyalin*, versé par la muqueuse qui tapisse le col de l'utérus (voy. plus haut); 3° le produit transparent et visqueux des glandes de Bartholin, qui, pendant la copulation, est excrété en grande quantité, et qui, sous l'influence de certaines irritations, sort quelquefois en jet, ainsi que Huguier et Scanzoni l'ont observé : ce dernier fait est dû à l'action des fibres musculaires du conduit excréteur de la glande ; 4° le produit de sécrétion des petits follicules et des glandes muqueuses des organes génitaux externes.

Étude des organes génitaux de la femme. — Les follicules de de Graaf doivent être étudiés, autant que possible, à l'état frais, si l'on veut trouver la membrane granuleuse et les œufs dans leurs rapports normaux. Dans les follicules un peu altérés, la membrane granuleuse est réduite en flocons nageant dans le liquide du follicule, et le disque proligère est le plus souvent détruit. Chez certains animaux, tels que le chien, par exemple, l'œuf se reconnaît déjà sur le follicule intact; pour l'obtenir sûrement, il faut ouvrir un follicule, disséqué avec soin, sous une mince couche d'eau et examiner à un faible grossissement les gros flocons qui s'en échappent. On réussit aussi très-bien en portant avec précaution le contenu du follicule sur le porte-objet d'un microscope. Même en faisant des coupes ou en déchirant un ovaire, on trouve toujours facilement des œufs ; mais ce n'est pas là une méthode à recommander. Les muscles de l'oviducte, de l'utérus, du vagin, etc., seront étudiés à l'aide d'une dissection minutieuse, ou au moyen de sections faites sur les parties durcies. Casper recommande de placer l'utérus pendant trois minutes dans l'eau bouillante, puis, pendant vingt-quatre heures dans du carbonate de potasse aussi concentré que possible, ou bien de le traiter par l'acide pyroligneux et d'humecter les coupes avec de l'acide acétique étendu. Schwartz et Reichert font sécher l'utérus durci dans l'alcool, et rendent les fibres musculaires plus visibles en les traitant par l'acide nitrique au cinquième. Suivant Gerlach, on peut aussi mettre en usage la méthode conseillée par Wittich (page 547). Nulle part les fibres-cellules contractiles ne sont plus évidentes que dans l'utérus gravide ; les glandes utérines sont très-faciles à voir sur des femmes dans la période menstruelle ou dans le premier mois après la conception. L'épithélium vibratile ne se trouve que sur des pièces très-fraîches; c'est dans la trompe qu'on le voit le plus facilement ; les cellules dépourvues de cils vibratiles sont faciles à observer. L'étude des parties génitales externes ne présente point de difficultés ; pour l'examen de leurs glandes, nerfs, papilles, épithélium, on appliquera les préceptes que nous avons donnés plus haut.

Bibliographie. — C. E. v. Baer, *De ovi mammalium et hominis genesi epist.* Lips., 1827, et *Commentarius*, en allem., in *Heusinger's Zeitschrift*, II. — Coste, *Recherches sur la génération des mammifères*, Paris, 1834; *Embryogénie comparée*, Paris, 1837; *Études ovologiques*, in *Annales françaises et étrangères d'anatomie et de physiologie*, II, 325, 1838; *Histoire générale et particulière du développement*, Paris, 1847. — A. Bernhart, *Symbolæ ad ovi mam. hist. ante prægnat.*, Prat., 1834, *Diss.* — R. Wagner, in *Müll. Arch.*, 1835, p. 373, *Prodromus hist. generationis*, Lips., 1836; in *Denkschr. der bayr. Akad.*, t. II, 1837, p. 511. — M. Barry, *Researches in Embryologie*, séries I, II, III, in *Philos. Transact.*,

1838-40 — Bischoff, *Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen*, Giessen, 1844, et *Ann. des scienc. nat.*, 3ᵉ série, 1844, p. 304. — Pouchet, *Théorie positive de l'ovulation spontanée*, Paris, 1847. — Ecker, *Icon. phys.*, tab. XXII. — Zwicky, *De corpor. luteorum origine*, Turici, 1844. — Kobelt, *Der Nebeneierstock des Weibes*, Heidelberg, 1847. — W. Steinlin, in *Mittheil. der Zürcher naturf. Gesellsch.*, 1847, p. 156. — Allen Thomson, art. Ovum, in *Cyclopaed. of Anat.*, pl. XLVIII. — C. Spiegelberg, in *Götting. Nachr.*, 1860, nº 20.— Ch. Aeby, in *Müll. Arch.*, 1861, p. 635. — Klebs, *Die Eierstockseier der Wirbelthiere*, in *Virch. Arch.*, XXI, p. 362, XXVIII, p. 301. — F. Guyon, in *Journ. de la phys.*, II, p. 186 et 397. — E. Pflüger, in *Med. Centralz.*, 1861, nº 42; 1862, nº 3, 38 et 90.— *Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen*, Leipzig, 1863; in *Virch. Arch.*, t. XXIX, p. 228 et 450; in *Unters. aus d. phys. Labor. zu Bonn*, Berlin, 1865, p. 173. — A. Schrön, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XII, p. 409, et *Moleschott's Unters.*, t. IX, p. 102 et 209. — H. Quincke, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, XII, p. 483. — F. Grohe, in *Virch. Arch.*, t. XXVI, p. 271; t. XXVIII, p. 570. — J. Pank, in *Petersb. med. Zeitschr.*, 1863, p. 110. — F. A. Kehrer, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XX, p. 19.— Bischoff, in *Münchn. Sitzungsb.*, t. I, p. 242. — Borsenkow, in *Würzb. naturw. Zeitschr.*, t. IV. p. 56. — A. Spiegelberg, in *Virch., Arch.*, t. XXX, p. 466. — His, in *Arch. f. mikr. Anat.*, 1865, t. I, p. 151.— L. Letzerich, in *Pflüger's Unters. aus d. phys. Labor. zu Bonn*, 1865, p. 178. — C. Périer, *Anat. et phys. de l'ovaire*, Paris, 1866. — T. Langhans, in *Virch. Arch.*, t. XXXVIII, p. 543.— V. la Valette Saint-George, in *Arch. f. mikr. Anat.*, t. II, p. 56. — S. Stricker, in *Wien. Sitzungsb.*, juin, 1866. — Fr. Tiedemann, *Tabulæ nervorum uteri*, Heidelb., 1822. — G. Casper, *De structura fibrosa uteri non gravidi*, Vrat., 1840. — E. F. Weber, *Zusätze zur Lehre vom Bau der Geschlechtsorgane*, Leipzig, 1846. — Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, I. — F. Kilian, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. VIII et IX, 1849 et 1850; t. X, p. 41. — R. Lee, *Memoirs on the Ganglia and Nerves of the uterus*, London, 1849. — Th. Snow-Beck, in *Philos. Transact.*, II, 1846. — Rainey, in *Phil. Transact.*, II, 1850. —Val-Schwartz, *Observ. microsc. de decursu muscul. uteri et vaginæ hominis*, Dorp., 1850, *Diss.* — Robin, in *Arch. gén. de méd.*, 1848, t. XVII, p. 258 et 405, t. XVIII, p. 257; *Gaz. méd.*, 1855, nº 50. — Kobelt, *Die männlichen und weiblichen Wollustorgane*, Freib., 1844. — Tiedemann, *Von den Duverney'schen Drüsen des Weibes*, Heidelberg, 1840. — C. Mandt, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, VII, p. 1. — Huguier, in *Ann. des sc. nat.*, 1850, p. 239. — Leuckart, art. *Zeugung*, in *Handw. d. Physiol.*, IV. — H. Müller, in *Würzb. Verh.*, VI, p. 65. — W. Tyler-Smith, in *Med.-Chir. Trans.*, vol. XXXV, p. 378-398. — Kölliker et Scanzoni, *Das Secret der Schleimhaut der Vagina und der Cervix uteri*, in *Scanzoni's Beitr. zur Geburtskunde*, II, 1855. — E. Wagner, in *Arch. f. phys. Heilk.*, 1856, p. 498. — R. Maier, in *Freib. Ber.*, avril 1857. — A. Farre, art. Uterus, in *Cyclop. of Anat.*, juin, 1858.— Ch. Rouget, in *Journ. de la phys.*, I, p. 320, 479 et 735. — C. Hennig, *Der Katarrh d. inn. w. Geschlechtstheile*, Leipzig, 1862. — C. A. Martin et H. Léger, in *Arch. gén.*, 1862, p. 69 et 174.— C. Nasse, *Die Schleimhaut d. inn. w. Genitalien im Thierreiche*, Marb. 1862. *Diss.* — V. Cornil, in *Journ. de l'anat.*, 1864, p. 386.—A. Meyerstein, in *Zeitschr f. rat. Med.*, t. XXIII, p. 63. — T. Hélie, *Rech. s. l. fibres muscul. de l'utérus dével. p. la grossesse*, Paris, 1865.—Erbstein, in *Arch. f. mikr. Anat.*, t. II, p. 530

SECTION III

DES MAMELLES.

§ 201. **Structure des mamelles.** — Les *mamelles* (*glandulæ lactiferæ*) sont deux glandes en grappe composées, rudimentaires chez l'homme, très-développées, au contraire, chez la femme, et qui, après l'accouchement, sécrètent le *lait*.

Les mamelles n'offrent, dans leur structure, aucune particularité notable qui les distingue des autres glandes en grappe composées, de la parotide ou du pancréas, par exemple. Chacune d'elles se composent de 15 à 24 *lobes* irréguliers, aplatis ou piriformes, arrondis à leur périphérie, mesurant 1,3 à 2,7 centimètres en diamètre. Les lobes, dont les cavités sont parfaitement distinctes, ne peuvent cependant être isolés exactement ; ils sont formés chacun d'un certain nombre de lobules secondaires, et ceux-ci de lobules primitifs, composés eux-mêmes de *vésicules glandulaires*. Les vésicules de la mamelle sont arrondies ou piriformes ; elles ont 110 à 158 μ de largeur, et sont plus nettement séparées des origines des conduits excréteurs que celles des petites glandes muqueuses ; comme partout, elles sont constituées par une membrane amorphe, tapissée intérieurement d'un épithélium pavimenteux, qui, à l'époque de la lactation, subit des métamorphoses spéciales. Tous les éléments de la glande sont enveloppés et réunis en une grosse glande compacte par un tissu conjonctif dense, blanchâtre, abondant surtout entre les vésicules glandulaires et entre les petits lobules; la mamelle, à son tour, est recouverte par du tissu adipeux abondant et, à sa face externe, par la peau. — La glande mammaire n'est pas, à proprement parler, une glande simple ; c'est plutôt une agrégation de glandes, de même que des glandes lacrymales. De chaque lobe de la glande naît, par fusion successive des canalicules excréteurs des lobules de divers ordres, un canal plus ou moins long, de 2



FIG. 406.

FIG. 406. — Plusieurs lobules primitifs de la mamelle d'une femme en couches, avec leurs conduits excréteurs. Grossissement de 70 diamètres. D'après Langer.

à 4,5 millimètres de diamètre : c'est le *canal lactifère* ou *galactophore ;* ce canal se dirige vers le mamelon et, dans tout son trajet, reçoit encore des canalicules des lobules voisins. Au-dessous de l'auréole, il se dilate en une petite ampoule allongée, de 5 à 9 millimètres de largeur, qui porte le nom de *sac* ou *sinus lactifère ;* puis il se rétrécit, au point de n'avoir plus que 2 ou 1 millimètre, se recourbe dans le mamelon, pour s'ouvrir enfin au sommet de ce dernier et entre les tubercules qu'il présente, par un orifice distinct, de $0^{mm},4$ à $0^{mm},7$ de diamètre. Tous ces conduits excréteurs présentent un épithélium composé de cellules cylindriques, de 13 à 22 μ de hauteur dans les canaux volumineux, de cellules polygonales dans les rameaux secondaires ; au-dessous de l'épithélium se voit une couche amorphe, entourée d'une tunique fibreuse blanche, dense, plissée dans le sens de la largeur sur les conduits principaux, et dans laquelle je n'ai pu trouver jusqu'ici, d'une manière certaine, des fibres musculaires, mais seulement du tissu conjonctif à fibres longitudinales, avec des noyaux et des fibres élastiques fines. Eberth, et maintenant aussi Henle, sont du même avis sous ce rapport (voy. 4e édit. de ce livre, p. 575).

Le *mamelon* et l'*auréole* renferment de nombreuses fibres musculaires lisses, auxquelles ils doivent leur contractilité (§ 35) ; ils sont recouverts d'un épiderme très-mince, dont la couche cornée ne dépasse pas 13 μ d'épaisseur chez la femme, tandis que la couche de Malpighi mesure 90 μ et renferme du pigment dans sa profondeur ; ils portent, enfin, des papilles composées, de 70 à 220 μ de hauteur. Sur la glande elle-même, les papilles sont petites (23 à 37 μ) et simples, l'épiderme, encore plus mince (70 à μ 90), mais à couche cornée plus forte (45 à 54 μ). Au niveau de l'auréole, surtout vers la périphérie, mais non dans le mamelon lui-même, on trouve de grosses glandes sudoripares, dont le contenu présente quelquefois un aspect tout spécial, et de gros follicules sébacés, en connexion avec des poils très-fins. Ces glandes forment souvent des tubercules saillants, visibles à l'extérieur (voy. ci-dessus, *glandes sudoripares* et *sébacées*). Les *glandes auréolaires* de Duval (gl. lactifères aberrantes ou accessoires, de Luschka, Henle) ne sont autre chose que de grosses glandes sébacées, et le liquide analogue au colostrum qu'on peut en exprimer chez le nouveau-né, n'est que de la matière sébacée. Chez l'homme, j'ai observé aussi de semblables follicules, mais sans poils, sur le mamelon.

Les *vaisseaux sanguins* de la mamelle sont fort nombreux et fournissent un réseau capillaire assez serré autour des vésicules glandulaires. Les veines forment, sous l'auréole, un cercle qui n'est pas toujours complet (*cercle veineux de Haller*). Les *vaisseaux lympathiques* sont en nombre considérable dans la peau qui couvre la glande ; mais dans la mamelle elle-même, personne n'en a rencontré jusqu'ici. Les *nerfs cutanés* de la mamelle proviennent des nerfs sus-claviculaires et des rameaux cutanés du deuxième et du quatrième nerf intercostal. Il est impossible de poursuivre

ces nerfs dans l'épaisseur de la glande, si ce n'est quelques ramuscules très-ténus qui accompagnent les vaisseaux, et dont on ignore le mode de terminaison.

A l'époque de la lactation, la glande mammaire prend un acccroissement très-considérable. Son tissu perd son aspect homogène, blanchâtre et dense; il devient plus mou, granuleux et lobulé ; le parenchyme glandulaire, d'un jaune rougeâtre, se distingue alors nettement du tissu interstitiel, qui est blanchâtre et lâche. Les vésicules et les canaux de la glande s'élargissent, se remplissent de lait ; les vaisseaux deviennent beaucoup plus nombreux. A l'extérieur, on remarque surtout l'agrandissement de l'auréole et du mamelon, phénomène qui semble dépendre, non d'une simple extension de la coloration, mais d'une hypertrophie de tous les éléments qui entrent dans la composition de ces parties, voire même des fibres musculaires et des petites glandes.

Chez l'*homme*, la mamelle est tout à fait rudimentaire; elle est dense, non lobulée et mesure 1,35 à 5,4 centimètres de largeur, sur 2 à 6,7 millimètres d'épaisseur. Les canaux galactophores sont dépourvus de réservoirs à lait et ne présentent jamais le même développement que chez la femme; tantôt ils répondent, quant à la forme, à ceux qu'on trouve chez le fœtus, et tantôt, dans les glandes plus volumineuses, ils présentent des ramifications multiples et un certain nombre de vésicules terminales dont le volume, en général très-considérable, ne permet point de les considérer comme des vésicules glandulaires ; car, d'après Langer, leur diamètre est trois fois plus considérable que chez la femme ; Luschka, au contraire, ne leur donne que 45 à 90 μ de diamètre. Dans quelques cas rares, la glande mammaire de l'homme prend assez de développement pour devenir apte à sécréter du lait.

§ 202. **Considérations physiologiques.** — Le *développement* de la mamelle procède comme celui des autres glandes de la peau; la glande n'est d'abord (du quatrième ou cinquième mois), ainsi que je l'ai constaté (*Mitth. d. Zürcher. nat. Ges.*, 1850, n° 41) avec Langer (*loc. cit.*), qu'une excroissance verruqueuse de la couche muqueuse de l'épiderme, entourée d'une couche plus serrée de tissu dermique (fig. 407, 1). Du sixième au septième mois, un certain nombre de bourgeons se développent sur cette excroissance, et forment les premiers rudiments des lobes de la glande (fig. 407, 2). Dans l'origine, les lobes sont donc simplement de petits bourgeons piriformes ou en forme de bouteille, reposant sur le corps de la glande ; ce n'est que vers la fin de la période fœtale qu'ils s'isolent les uns des autres et s'ouvrent au dehors, tandis qu'à leur extrémité profonde, arrondie ou un peu allongée, commencent à pousser de nouveaux bourgeons solides. A l'époque de la naissance, la mamelle a 3, 5 à 9 millimètres de largeur, et l'on y reconnaît déjà distinctement un certain nombre de lobes, 12 à 15, dont les plus internes, encore plus voisins du mamelon rudimentaire, se terminent simplement en bouteille ou par deux

ou trois culs-de-sac, tandis que les autres sont garnis d'un nombre de culs-de-sac beaucoup plus considérable. Chacun de ces lobules rudimentaires est pourvu d'un conduit excréteur simple ou présentant deux ou trois ramifications, conduit composé d'un épithélium cylindrique et d'une tunique fibreuse; celle-ci est constituée par du tissu conjonctif embryonnaire, muni de noyaux.

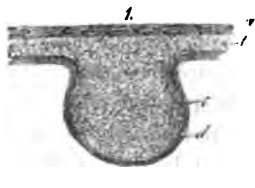




Fig. 407.

Le canal excréteur est creux, mais ses extrémités renflées en massue sont encore des corps pleins et ne sauraient, en conséquence, être appelées des *vésicules glandulaires*; l'espace circonscrit par la membrane fibreuse y est complétement rempli de petites cellules à noyau. Les transformations qui, de cette glande rudimentaire, formeront la glande mammaire de l'adulte, sont les suivantes: sur les extrémités en massue des canaux glandulaires poussent constamment de nouveaux bourgeons; en même temps la cavité du canal s'étend de plus en plus, ce qui produit enfin un conduit extrêmement rameux, dont les branches sont garnies, à leur extrémité, de groupes de vésicules glandulaires creuses. Ces transformations se font plus lentement dans la mamelle que dans tous les autres organes de sécrétion. D'après Langer, auquel nous devons d'excellentes recherches sur ce sujet, on ne rencontre point, chez l'enfant, de véritables vésicules terminales avant l'éruption des règles, mais seulement des canaux incomplétement développés et terminés en massue. Vers la puberté naissent des vésicules glandulaires proprement dites; elles se montrent d'abord sur la périphérie de la glande seulement, et ce n'est que pendant la première grossesse que la mamelle acquiert son développement complet. Après la première lactation, elle subit une légère diminution de volume, bien que tous ses éléments persistent; dans la grossesse suivante, elle grossit de nouveau, mais cette fois sans que de nouvelles parties se développent en elle. Après la ménopause, peut-être aussi dans les cas où, après une grossesse, il se passe un long temps sans que la

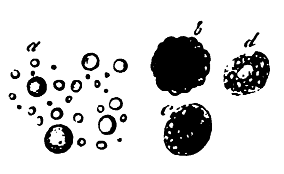


Fig. 408.

Fig. 407. — Développement de la mamelle. 1, rudiment de mamelle chez un fœtus mâle de cinq mois. — *a*, couche cornée; *b*, couche muqueuse de l'épiderme; *c*, prolongement fourni par celle-ci, ou rudiment de la glande; *d*, enveloppe fibreuse.

2, mamelle d'un fœtus femelle de sept mois, vue de face. — *a*, masse centrale de la glande, avec des bourgeons solides gros (*b*) et petits (*c*), qui sont les rudiments des lobes principaux.

Fig. 408. — Éléments du lait; grossissement de 350 diamètres. — *a*, globules du lait; *b*, corpuscule du colostrum; *c*, *d*, cellules avec corpuscules graisseux du colostrum; l'une d'elles, *d*, présente un noyau.

glande entre en activité, la mamelle s'atrophie; chez les vieilles femmes, toutes les vésicules ont disparu et l'on ne trouve plus, au milieu du tissu graisseux qui les a remplacées, que les canaux galactophores plus ou moins bien conservés, mais dont l'épithélium a subi la transformation graisseuse.

Le lait est formé d'une portion liquide, le *plasma du lait*, et d'une infinité de corpuscules arrondis, opaques, brillants comme des gouttelettes de graisse, qui sont en suspension dans ce liquide. Ces corpuscules ou *globules du lait*, qui donnent au lait sa couleur blanche, ont 2 à 5 μ de diamètre, au plus; il est très-vraisemblable qu'ils ne sont pas formés uniquement de graisse, et qu'ils possèdent une enveloppe délicate de caséine. Il est à remarquer qu'en dehors de la lactation et de la grossesse, la mamelle ne contient qu'une petite quantité d'un mucus jaunâtre, avec un certain nombre de cellules épithéliales, et qu'elle est tapissée intérieurement, jusqu'aux vésicules glandulaires, d'un épithélium pavimenteux qui, vers l'extérieur, se rapproche de l'épithélium cylindrique. La conception modifie cet état de choses : dans les cellules des vésicules glandulaires s'amasse de la graisse, dont la quantité augmente de plus en plus; devenues par là beaucoup plus grosses, ces cellules remplissent complétement la vésicule glandulaire. Quelque temps avant le terme de la grossesse se produisent, en outre, de nouvelles cellules graisseuses, lesquelles repoussent les anciennes dans les conduits galactophores. C'est ce qui explique pourquoi, dans la seconde moitié de la grossesse, on peut, en général, exprimer quelques gouttes de liquide de la glande, bien que la sécrétion lactée n'ait pas encore commencé. Ce liquide, comme le montre sa couleur jaunâtre, n'est point du lait ; mais il contient un certain nombre de globules graisseux, provenant des cellules graisseuses plus ou moins altérées, et analogues aux petits *globules du lait;* on y trouve, en outre, ces cellules, pourvues ou non d'une enveloppe, qu'on a appelées *corpuscules du colostrum*. Lorsque, après l'accouchement, la lactation commence, la production de cellules dans les vésicules glandulaires prend une activité extraordinaire; les liquides accumulés jusque-là dans les canaux et vésicules glandulaires sont chassés au dehors, sous le nom de *colostrum* ou lait imparfait, dans l'espace de trois à quatre jours, pour être remplacés par du lait véritable.

Le lait, tel qu'on le trouve dans les vésicules glandulaires, se compose uniquement de sérosité, en petite quantité, et de cellules pleines de globules de graisse; ces cellules tantôt remplissent à elles seules la cavité des vésicules et tantôt laissent à leur périphérie un espace occupé par des cellules épithéliales, renfermant également plus ou moins de graisse; elles résultent ou bien d'une formation de toutes pièces de cellules nouvelles, ou bien d'une multiplication incessante des cellules épithéliales, analogue à celle qui s'observe dans la sécrétion des follicules cutanés (voy. § 70). Ces cellules, auxquelles je donnerai le nom de *cellules du lait*, se détruisent déjà dans les conduits galactophores, où l'on ne trouve

plus que leurs éléments, les globules du lait, sans aucune trace de la membrane de cellule ni, le plus souvent, du noyau; aussi le lait, tel qu'il est versé au dehors, ne présente-t-il rien qui mette sur la trace de son mode de formation. Tout au plus y rencontre-t-on quelques rares amas plus ou moins considérables de globules de lait qui, vu leur analogie avec les éléments du colostrum, pourraient être désignés également sous le nom de *corpuscules du colostrum*. La sécrétion laiteuse consiste donc en une formation de sérosité et de cellules adipeuses au sein des vésicules glandulaires, et doit, en conséquence, être rangée avec les sécrétions dans lesquelles les éléments organisés jouent un certain rôle: c'est ce qui a lieu surtout dans la sécrétion des produits graisseux, tels que celui des follicules cutanés, dans lequel on trouve des cellules complétement identiques avec celles des vésicules glandulaires de la mamelle et du colostrum.

Chez le *nouveau-né*, la mamelle renferme très-souvent une petite quantité d'un liquide qui, au point de vue physique et microscopique, se comporte comme le lait, et dont la production est probablement en connexion avec le développement des canaux glandulaires.

C'est Reinhardt qui, le premier, a démontré que les corpuscules et les globules graisseux du colostrum sont en connexion, ainsi que l'avaient présumé Nasse et Henle, avec une production de cellules graisseuses dans la glande mammaire, et que les corpuscules, dans leur forme ordinaire, ne sont autre chose que des cellules privées d'enveloppe, les globules, que des gouttelettes graisseuses devenues libres. Ce physiologiste, néanmoins, est porté à établir une distinction entre la production du colostrum et la sécrétion laiteuse, et à considérer la première plutôt comme un phénomène pathologique, une transformation graisseuse par suite de laquelle les anciennes cellules épithéliales sont évacuées au dehors, avant que le lait commence à être sécrété. Son opinion est fondée surtout sur cette considération qu'il lui a été impossible de trouver des cellules adipeuses dans le lait proprement dit. Mais comme ces cellules ont été observées depuis par v. Bueren et que, par conséquent, le lait et le colostrum présentent les mêmes caractères morphologiques, une telle distinction n'est plus admissible, et l'on ne peut guère considérer la formation du colostrum chez les multipares que comme une introduction à la sécrétion laiteuse. Je suis d'avis, néanmoins, que la production du premier colostrum est liée avec l'énorme développement que prend la glande mammaire pendant la première grossesse, et qu'elle résulte en partie de la destruction des cellules internes qui remplissent complétement les extrémités renflées des rudiments de vésicule glandulaire. Je me représente de la même façon la production de lait chez le nouveau-né, où bien certainement on ne saurait admettre une véritable sécrétion.

Dans le lait de la nouvelle accouchée, Stricker a trouvé des corpuscules incolores, de nature incertaine, qui, à une température de 40° centigr., présentaient de vifs changements de forme et de siége (*l. i. c.*). Donné, qui le premier a vu les corpuscules du colostrum, avance que dans les inflammations et engorgements du sein qui surviennent chez les nourrices, le lait reprend les caractères du colostrum; ce fait a été nié par d'Outrepont et Münz (*Neue Zeitschr. f. Geburtskunde*, t. X). D'un autre côté, d'après Lehmann (*Phys. Chemie*, II, p. 327), dans les maladies aiguës en général et pendant la période menstruelle (Donné, d'Outrepont), le lait renfermerait des corpuscules de colostrum, que Donné regarde, quand ils sont en nombre considérable, comme indiquant un lait de mauvaise nature. Pendant les épizooties, Her-

berger et Donné ont trouvé dans le lait les éléments du colostrum. Dans le *lait caillé*, on voit la caséine coagulée en grumeaux et les globules du lait plus ou moins confondus en gouttes volumineuses. Le lait *bleu* ou *jaune* contient, d'après Fuchs (voy. Scherer, art. *Milch*, in *Handw. d. Phys.*, II, p. 470), des infusoires incolores, qu'il appelle *vibrio cyanogenus* et *xanthogenus*, et qui, mêlés à du lait normal, lui donneraient les mêmes colorations; ces faits ont été constatés par Lehmann pour le lait bleu. Suivant Bailleul (*Compt. rend.*, XVII, p. 1138) et Lehmann, on trouve, en outre, un cryptogame dans le lait bleu. Du *lait rouge* a été vu par C. Nægele, qui y a découvert des productions végétales analogues au *protococcus*.

Pour *étudier* la mamelle, on choisira de préférence celle d'une femme enceinte, d'une nourrice ou d'une femme qui a eu déjà des enfants; car ce n'est que dans ces cas que les vésicules glandulaires ont acquis tout leur développement. En dilacérant les petits lobules, on arrive aisément à isoler les éléments de la glande; mais si l'on veut étudier l'arrangement de ces éléments, on devra faire usage de tranches minces faites sur la glande traitée par l'acide acétique bouillant, puis desséchée. On peut aussi se servir de pièces injectées; l'injection se fait facilement par les sacs lactifères. Pour l'*étude du développement* de la mamelle, il est nécessaire d'avoir sous la main des pièces fraîches et des pièces traitées par l'acide acétique. Les fibres musculaires lisses de l'auréole se découvrent même par la simple dissection, mais non toujours facilement; car, en dehors de la grossesse, elles sont souvent très-peu développées.

Bibliographie. — Rudolphi, *Bemerkungen über den Bau der Brüste*, in *Abhandl. der Berlin. Akad. im Jahr* 1831, p. 337. — A. Cooper, *The Anatomy of the Breast.* London, 1839, 4. — C. Langer, *Ueber den Bau und die Entwickelung der Milchdrüsen*, avec 3 pl., in *Denkschr. d. Wiener Akad.*, t. III, Vienne, 1851. — A. Donné, *Du lait et en particulier du lait des nourrices*, Paris 1836; *Ueber die mikroskopischen Körperchen im Colostrum*, in *Müller's Archiv.*, 1839, p. 182; *Cours de microscopie*, Paris, 1844. — Fr. Simon, *Die Frauenmilch, nach ihrem chem. und physiol. Verhalten dargestellt*, Berlin, 1838; *Ueber die* Corps granuleux *von Donné*, in *Müll. Arch.*, 1839, p. 10 et 187. — J. Henle; *Ueber die mikr. Bestandttheile der Milch*, in *Fror. Not.*, 1839, n° 223. — H. Nasse, *Ueber die Mikr. Best. der Milch*, in *Müll. Arch.*, 1840, p. 259. — Reinhardt, in *Arch. f. pathol. Anat.*, t. I, p. 52-64. — Lammerts van Bueren, *Onderzœkingen over de Melkbolletjes*, in *Nederl. Lancet*, 2ᵉ série, 4ᵉ année, p 272, ou *Observ. microscop. de lacte*. Traject. ad Rhenum, 1849. Diss. — *De Ontwikkeling van der Vormbestandeelen der Melk*, in *Ned. Lanc.*, 2ᵉ série, 5ᵉ année, p. 1. — Fr. Will, *Ueber die Milchabsonderung.* Erlangen 1850; programme, Ch. Robin, *De la Corrélation existant entre le dével. de l'utérus et celui de la mamelle*, in *Gaz. méd.* 1850, n° 13. — Moleschott, *Chem. u. mikr. Not. über die Milch*, in *Arch. f. phys. Heilk.*, XI, p. 696. — Luschka, *Zur Anat. d. männl. Brustdrüsen*, in *Müll. Arch.* 1852, p. 402. — H. Meckel von Hemsbach. *Path. Anat. d. Brustdrüse*, in *Illustr. med. Zeit.* III, p. 141. — K. Harpeck, in *Reichert's Studien d. phys. Inst. zu Breslau*, 1858, p. 96. — Duval, *Du mamelon et de son auréole*, Paris, 1861. — W. Gruber, in *Mém. de l'Acad. de Petersb.*, X, n° 10 (mamelle de l'homme). — Stricker, in *Wiener Sitzungsber.*, t. LIII, p. 184. Voy., en outre, l'*Anatomie générale* de Henle, le *Traité des glandes* de J. Müller et les *Atlas* de Berres, Donné et Mandl.

CHAPITRE IX

DU SYSTÈME VASCULAIRE.

§ 203. **Parties dont se compose le système vasculaire.** — Le système vasculaire comprend le *cœur* et les *vaisseaux sanguins et lymphatiques*; il renferme dans ses cavités le *sang* et la *lymphe* (chyle), liquides dans lesquels on trouve une infinité de particules solides. Aux vaisseaux lymphatiques, enfin, sont annexés des organes particuliers qui portent le nom de *glandes lymphatiques*.

SECTION PREMIÈRE

DU CŒUR.

§ 204. **Structure du cœur.** — Le cœur est une poche musculeuse, divisée en quatre compartiments, revêtue extérieurement d'une membrane séreuse qu'on nomme *péricarde*, et tapissée intérieurement d'une membrane appelée *endocarde*, prolongement des parois des gros vaisseaux, en particulier de leur tunique interne.

Le *péricarde* présente la même structure que les autres membranes séreuses, le péritoine, par exemple. Son feuillet externe est très-épais, fibreux en dehors, pourvu de réseaux élastiques fins en dedans, où il est couvert d'un épithélium pavimenteux, formant une couche simple ou double. Les réseaux élastiques sont également très-nombreux dans le feuillet interne du péricarde, étroitement uni, dans sa plus grande étendue, à la couche musculeuse du cœur, distinct de cette dernière sur certains points seulement, notamment au niveau des sillons, où il en est séparé par du tissu adipeux ordinaire ; ce tissu, d'ailleurs, forme assez fréquemment une couche sous-séreuse qui recouvre toute la surface du cœur. Les *vaisseaux* du péricarde n'offrent rien de spécial, et pour ce qui est de ses *nerfs*, il est certain que la lame externe du péricarde reçoit des rameaux du nerf phrénique et du nerf récurrent droit (Luschka). Des prolongements villeux analogues à ceux de la plèvre (voy. § 170) ont été vus par Luschka aux bords des auricules du cœur.



FIG. 409.

Les *fibres musculaires* du cœur sont rouges et striées en travers, et ne diffèrent pas, au premier abord, des fibres des muscles volontaires ; elles sont cependant, en général, d'un tiers moins larges (9 à 22 μ); elles présentent très-souvent des stries longitudinales plus marquées que les stries transversales, et se décomposent facilement en fibrilles et en petits fragments (*sarcous elements*, Bowman). Le sarcolemme des fibres du cœur est extrêmement mince, et ne peut être démontré sans le secours

FIG. 409. — Faisceaux primitifs anastomosés du cœur de l'homme.

des réactifs. Dans les fibres elles-mêmes, on trouve presque toujours, avec les noyaux, de petites granulations graisseuses, qui forment souvent des séries le long de l'axe de la fibre; dans certaines dégénérescences, ces granulations se multiplient énormément et prennent une coloration jaunâtre. Une autre particularité, plus importante encore, qui distingue le tissu musculaire du cœur, c'est l'union intime des éléments qui le composent : abstraction faite de ceux de la face interne de l'organe, ces éléments ne forment point des faisceaux distincts; séparés seulement par un peu de tissu conjonctif, ils sont partout très-serrés les uns contre les autres, et s'unissent directement entre eux, ainsi que Leeuwenhoek l'avait déjà découvert et que je l'ai observé de nouveau. Ces *anastomoses des fibres musculaires*, qui forment un caractère général du tissu du cœur, résultent principalement, chez l'homme et les animaux, de faisceaux courts et la plupart étroits, qui se portent obliquement ou transversalement entre les faisceaux longitudinaux; elles sont si nombreuses que dans beaucoup de régions des ventricules et des oreillettes (je ne sais si c'est partout), elles se montrent en quantité sur la moindre parcelle du cœur. On trouve, en outre, dans le cœur, de véritables *bifurcations* de fibres, qui expliquent comment certains faisceaux musculeux peuvent devenir plus épais qu'ils ne sont à leur origine.

Le *trajet des fibres musculaires du cœur* est extrêmement compliqué; nous ne pouvons le décrire ici que dans ce qu'il a de plus général. Les fibres musculaires des ventricules et celles des oreillettes sont parfaitement distinctes les unes des autres; presque toutes, d'ailleurs, proviennent principalement des orifices artériels et des orifices auriculo-ventriculaires du cœur. Au niveau de chacun de ces orifices, on trouve une bande fibreuse compacte, appelée *anneau fibro-cartilagineux*, bande plus faible dans le ventricule droit que dans le ventricule gauche et qu'on peut décrire, d'une manière générale, comme un anneau situé à l'insertion de la valvule veineuse. Envisagés de plus près, les anneaux fibreux naissent de la partie antérieure droite et gauche, ainsi que de la partie postérieure du pourtour de l'orifice aortique; elles sont plus épaisses dans la moitié antérieure de la circonférence des orifices auriculo-ventriculaires, ainsi qu'au niveau de la cloison entre les orifices; aussi décrit-on souvent ces anneaux fibreux comme trois bandes arciformes, deux antérieures et une postérieure, située dans la cloison et se divisant ensuite en deux branches. Les anneaux fibreux des orifices artériels sont notablement plus minces que ceux des orifices auriculo-ventriculaires : on les trouve à l'origine des valvules semi-lunaires, sous la forme de trois rubans recourbés en arc de cercle. Sur les oreillettes, on distingue : 1° des *fibres communes* aux deux oreillettes; ce sont des faisceaux transversaux aplatis, qui, à la partie antérieure surtout, mais aussi en haut et en arrière, s'étendent d'une oreillette à l'autre et se continuent ensuite avec des fibres transversales; 2° des *fibres propres*; elles forment autour des orifices des grosses veines et sur la pointe des auricules de véritables anneaux; en outre, au-dessous de

l'endocarde, elles constituent une *couche longitudinale* assez épaisse, qui naît des orifices auriculo-ventriculaires, et qui est surtout marquée dans l'oreillette droite (*muscles pectinés*). Enfin, entre ces derniers muscles et dans les auricules, on trouve une foule de petits faisceaux, dont la disposition irrégulière n'est susceptible d'aucune description spéciale. La *cloison* est en partie commune aux deux oreillettes; ses fibres musculaires naissent du fibro-cartilage postérieur, au niveau de la partie la plus antérieure du bord supérieur de la cloison interventriculaire, immédiatement derrière l'aorte. A droite, elles entourent en arc, en haut et en arrière, la fosse ovale, dans laquelle il n'y a que des fibres peu nombreuses, se terminant en partie sur la veine cave inférieure, et en partie forment un anneau complet; à gauche, elles vont en sens opposé autour de la fosse ovale.

Les *fibres musculaires des ventricules* sont disposées de telle sorte que toujours il y a entrecroisement entre celles de la face externe et celles de la face interne du cœur, et qu'entre ces deux faces on observe plus ou moins distinctement toutes les transitions entre les deux directions entrecroisées. Elles naissent des orifices auriculo-ventriculaires et des orifices aortique et pulmonaire, soit directement, soit par l'intermédiaire de courts faisceaux tendineux, marchent plus ou moins obliquement, quelquefois, cependant, dans le sens de l'axe longitudinal ou transversal, et après avoir circonscrit une portion des ventricules, se réfléchissent sur elles-mêmes et se terminent dans les muscles papillaires et les cordes tendineuses, ou reviennent s'insérer à leur point de départ; de sorte qu'elles décrivent des anses ou des huits de chiffre plus ou moins contournés sur eux-mêmes et affectant toutes les directions possibles. Dans tout ce trajet, les fibres musculaires ne sont jamais interrompues par des fibres tendineuses. Pour plus de détails, voyez les travaux de Ludwig, de Donders (*loc. cit.*) et de moi (*Mikr. Anat.*), ainsi que les nouvelles recherches de Pettigrew et Winkler.

L'*endocarde* est une membrane blanchâtre, qui recouvre toutes les inégalités, toutes les dépressions de la surface interne du cœur, ainsi que les muscles papillaires, leurs tendons et les valvules; c'est dans l'oreillette gauche qu'il présente sa plus grande épaisseur ($0^{mm},6$); il est, au contraire, très-mince dans les ventricules, où il laisse voir par transparence la couleur des fibres musculaires. L'endocarde se compose généralement de trois couches : un *épithélium*, une *couche élastique*, à laquelle il doit ses différences d'épaisseur dans les diverses régions, et une *couche mince de tissu conjonctif*. L'épithélium est constitué par une couche simple, double quelquefois, d'après Luschka, de cellules à noyau transparentes, polygonales, aplaties, généralement un peu allongées, et mesurant 15 à 27 μ de largeur; il repose immédiatement sur la couche superficielle de la membrane élastique, composée pour ainsi dire exclusivement de fibres longitudinales très-fines. Le reste de cette membrane est formé par une couche fondamentale de tissu conjonctif ordinaire, parsemé de noyaux, que traversent des réseaux très-serrés de fibres élastiques fines ou grosses; dans

les oreillettes, ces réseaux sont tellement nombreux (quelquefois même ils sont entremêlés à de vraies membranes fenêtrées, voy. § 25), que l'endocarde de ces cavités représente une véritable membrane élastique jaune, à plusieurs couches. Tout à fait en dehors, enfin, se trouve une couche de tissu conjonctif, mince, il est vrai, mais qu'il est possible néanmoins d'isoler en feuillet continu dans les ventricules, aussi bien que dans les oreillettes; cette couche, dans ses portions voisines de la couche élastique, renferme encore des éléments élastiques fins, et représente un tissu sous-séreux lâche, destiné à unir la couche musculeuse du cœur avec l'endocarde proprement dit. Sur les cordes tendineuses, l'endocarde consiste simplement en une couche d'épithélium et une couche de tissu élastique; la couche de tissu conjonctif lâche y fait complétement défaut; elle est très-mince, d'un autre côté, sur les trabécules du ventricule droit et sur les muscles pectinés.

Les *valvules auriculo-ventriculaires* sont des lames qui naissent des anneaux fibreux des orifices correspondants; dans les points où elles ont le plus d'épaisseur, on y distingue trois couches, deux couches superficielles, fournies par l'endocarde, et une couche intermédiaire, plus épaisse à gauche, composée de tissu conjonctif avec des réseaux élastiques, et à la formation de laquelle participe très-notablement l'épanouissement des cordes tendineuses; vers le bord libre, ces trois couches se confondent en une seule, composée de tissu conjonctif et de réseaux élastiques fins, et recouverte par l'épithélium. — Les *valvules semi-lunaires* sont constituées comme les autres, mais elles sont plus minces. Sur les deux espèces de valvules, l'endocarde est plus développé sur la face qui, pendant la vie, subit la tension la plus grande. Du bord externe de la couche moyenne des valvules auriculo-ventriculaires naissent çà et là quelques fibres musculaires de l'oreillette; mais dans les valvules elles-mêmes, il n'y a aucun élément musculeux. D'après Joseph, les fibres musculaires s'avancent dans l'épaisseur de ces valvules jusqu'au tiers de leur largeur, et forment des faisceaux longitudinaux et transversaux. — Dans les gros cordages tendineux, Oehl a souvent rencontré des faisceaux de fibres musculaires, représentant des petits muscles isolés, terminés en pointe des deux côtés et se continuant avec le tissu tendineux des cordages, parfois aussi avec les muscles papillaires.

Les *vaisseaux du cœur* sont fort nombreux, mais ne diffèrent en rien de ceux des autres muscles striés (voy. § 89), si ce n'est que les capillaires, en raison du peu de volume des fibres musculaires, entourent souvent plusieurs de ces dernières à la fois. La couche conjonctive de l'endocarde est assez riche en vaisseaux; mais on en trouve fort peu dans l'endocarde proprement dit. Dans les valvules auriculo-ventriculaires, il est facile de voir, chez les animaux et chez l'homme (voy. Luschka, *loc. cit.*, p. 182 et fig. 5), quelques vaisseaux, dont les uns proviennent des muscles papillaires, les autres, plus nombreux, de la base des valvules, et qui se distribuent en partie, mais en petit nombre, dans le revêtement endocardique

lui-même. Les valvules semi-lunaires renferment constamment des vaisseaux, suivant Luschka. — On trouve quelques rares *vaisseaux lymphatiques* sur le feuillet externe du péricarde; ces vaisseaux sont, au contraire, très-nombreux au-dessous du feuillet interne, sur la couche musculeuse. On peut les voir déjà, comme Cruikshank l'indique avec raison, sur un cœur qu'on a laissé quelques jours dans l'eau; les troncs de ces lymphatiques se rendent tous aux sillons du cœur, cheminent avec les vaisseaux sanguins, et se jettent dans les ganglions situés en arrière et au-dessous de la crosse de l'aorte, au niveau de la bifurcation de la trachée, où viennent se rendre aussi les lymphatiques du poumon. La substance musculeuse du cœur et l'endocarde sont également pourvus de lymphatiques (Luschka, Eberth et Belajeff). Ces deux derniers auteurs ont suivi, chez le veau, dans les valvules auriculo-ventriculaires, jusqu'à un centimètre du bord, les lymphatiques de l'endocarde, qui ont 10 à 250 μ de largeur, et la structure des capillaires qui forment des réseaux à larges mailles; ils ont vu aussi çà et là quelques lymphatiques isolés sur la portion adhérente des valvules semi-lunaires. — Les *nerfs* du cœur sont fort nombreux; ils proviennent du plexus cardiaque, formé principalement par le nerf vague et le grand sympathique, et situé au-dessous et en arrière de la crosse aortique. Réunis en deux plexus secondaires, appelés *plexus coronaires*, l'un droit, plus petit, l'autre gauche, plus considérable, ils gagnent les ventricules et les oreillettes droites et gauches, cheminent avec les vaisseaux ou les croisent à angle aigu, en se dirigeant vers la pointe du cœur, et, après s'être anastomosés entre eux un grand nombre de fois, s'enfoncent dans l'épaisseur du cœur sur différents points, quelques-uns déjà dans le sillon coronaire, pour se distribuer, soit dans le tissu musculaire lui-même, soit dans la couche de tissu conjonctif de l'endocarde. Les nerfs cardiaques de l'homme sont grisâtres, et, sauf les gros troncs, ne contiennent que des tubes fins et pâles; mais ces tubes s'y montrent en grandes quantités et ne sont mélangés qu'avec un nombre assez peu considérable de fibres à noyaux. Bien que les tubes nerveux conservent leurs contours foncés même dans l'endocarde, où ils sont assez nombreux, il a été néanmoins impossible jusqu'ici de déterminer quel est leur mode de terminaison dans cette membrane, ainsi que dans le tissu musculaire du cœur. Cependant j'ai observé, il y a quelques années, sur la *grenouille*, les extrémités terminales des nerfs du cœur, sous la forme de fibres pâles à noyaux, ramifiées et terminées librement. On trouve des *ganglions* non-seulement sur divers points du plexus cardiaque, mais encore, comme Remak l'a trouvé chez le veau, dans la substance musculeuse des ventricules et des oreillettes; le même fait se présente chez l'homme et chez d'autres animaux. Chez la grenouille, où ces ganglions ont été surtout bien étudiés, ils sont situés, en général, dans la cloison et sur la limite entre les ventricules et les oreillettes; ils ne contiennent que des cellules unipolaires et n'ont point de relation avec les éléments du nerf vague; comme ceux-ci, ils se terminent directement sur les fibres

du cœur. Les petits renflements fusiformes signalés, en particulier, par Lee sur le trajet des branches nerveuses externes, chez les mammifères, sont de simples épaississements du névrilème, et non des ganglions.

Les fibres musculaires du cœur, dont les anastomoses réticulées étaient déjà connues de Leeuwenhoek, mais ont été retrouvées par moi, étaient considérées précédemment comme les analogues des muscles du tronc. Une étude plus attentive de la structure et du mode de développement des deux espèces d'éléments a permis d'établir plus exactement leurs relations réciproques. Ainsi, il a été démontré que, tandis que les fibres des muscles volontaires sont formées de *cellules très-allongées, à noyaux multiples*, celles du cœur des mammifères se composent d'*éléments très-courts, à un seul noyau et intimement unis entre eux* (moi, Weismann). D'autre part, Weismann a démontré ce fait important que les fibres musculaires du cœur des vertébrés inférieurs, que l'on considérait jusqu'alors comme des éléments simples, ne sont autre chose que *des faisceaux* de fibres-cellules fusiformes, striées en travers, à noyau unique, et ces données ont été trouvées parfaitement exactes par Gastaldi et par moi, attendu qu'il est extrêmement facile, à l'aide de la potasse et de la soude à 35 0/0, de décomposer les fibres musculaires du cœur, chez les poissons et chez la grenouille, en cellules fusiformes striées transversalement. Se basant sur ces observations, on chercha ensuite à élucider le mode d'union des courtes cellules formatrices en fibres musculaires anastomosées; mais les opinions furent un peu divergentes. D'après Gastaldi, dont les recherches, il est vrai, furent bornées aux oiseaux, et sont loin de constituer, même chez ces animaux, une série complète, attendu que les périodes post-embryonnaires n'ont été étudiées que par portions, les cellules formatrices des fibres du cœur ne se confondraient jamais entre elles, et les fibres musculaires de cet organe, à une époque plus avancée, ne seraient que des cellules allongées, à noyaux multiples. Suivant Weismann, au contraire, et j'avais antérieurement exprimé cette opinion, les cellules se fusionneraient ensemble, ce qui produirait les anastomoses des fibres musculaires. Mais cet auteur est en contradiction avec moi en ce qu'il insiste, en outre, d'une manière particulière, sur les fusions latérales, sans pourtant s'exprimer nettement au sujet de la part que prend ce mode de fusion à la formation des fibres musculaires. Aeby se prononce également contre Gastaldi; il croit, par l'examen des fibres musculaires de Purkinje dans l'endocarde (voy. plus bas) et par celui des fibres musculaires ordinaires du cœur, avoir fourni la preuve qu'il s'opère véritablement une fusion entre les cellules formatrices des muscles. Mais en même temps il a découvert ce fait important que parfois la fusion de ces cellules n'est pas très-intime et que fréquemment, à une époque ultérieure et même chez l'adulte, les limites entre les cellules originaires restent apparentes sous la forme de *cloisons* dans l'épaisseur des fibres musculaires. En harmonie avec ces faits, je montrai plus tard (4e édit., p. 584) que chez l'homme et chez le bœuf, on peut, au moyen d'une forte solution de potasse, décomposer les fibres du cœur en petits fragments à un seul noyau, qui ne devaient guère être autre chose que les cellules formatrices primordiales; j'ajoutai seulement que, tout bien considéré, il fallait peut-être attacher une grande importance à cette circonstance que le cœur de tous les animaux est composé plutôt de courtes cellules musculaires embryonnaires; tandis que chez les vertébrés inférieurs, les cellules sont *peu fusionnées ou ne le sont nullement, et forment de gros faisceaux secondaires*, et que, chez les oiseaux et les mammifères, au contraire, la fusion devient intime, et les cellules ne représentent que de simples séries unies entre elles en réseau, dont les diverses portions, en tant que répondant à une cellule entière, sont l'équivalent, chacune, d'un simple faisceau primitif des autres muscles.

Aujourd'hui encore, je persiste dans cette manière de voir, bien que récemment Eberth ait nié complétement, même pour les vertébrés supérieurs, que les cellules formatrices du cœur se fusionnent. Il se fondait en partie sur les faits signalés par Aeby et par moi, en partie sur la découverte qu'il a faite que les limites entre les

cellules en question peuvent être rendues apparentes au moyen du nitrate d'argent. Je puis, il est vrai, concéder à Eberth que la fusion est moins complète que nous ne l'avions imaginé, Eberth et moi, car ce qu'il dit au sujet des limites des cellules rendues évidentes par le sel d'argent, je l'ai parfaitement constaté comme lui; mais d'autre part, on ne saurait révoquer en doute que les cellules sont tout autrement unies entre elles dans le cœur des mammifères et de l'homme que dans celui de la grenouille et des poissons. Que l'on compare seulement le cœur embryonnaire et le cœur plus développé des mammifères, et que l'on considère avec quelle facilité s'isolent, dans le premier, les cellules formatrices, tandis que, dans le dernier, cet isolement ne peut être obtenu qu'au moyen d'agents aussi énergiques que la potasse (ce n'est que dans l'atrophie musculaire dite brune qu'Eberth a vu les fibres musculaires se décomposer, sans réactifs, ou cellules). D'autre part, les filaments de Purkinje de l'endocarde, composés, en certains points, de cellules musculaires nettement isolées, présentant ailleurs tous les degrés de la fusion en fibres, montrent très-clairement quelles modifications éprouvent les éléments primordiaux dans le cœur. Enfin je pense, contrairement à Eberth, qu'en certains points il y a une véritable fusion, et beaucoup des éléments décrits par Eberth, comme des cellules à deux noyaux, me paraissent être des cellules fusionnées, comme ses figures 6, 7, 9, 12, 13, 15, 18, 19.

En outre, je m'éloigne d'Eberth sur un autre point, car je soutiens que les cellules musculaires du cœur s'unissent entre elles pour former de minces filaments musculeux anastomosés, tandis qu'Eberth n'admet que leur réunion en grandes masses. Je ne prétends pas nier l'existence de cette dernière disposition, qui était connue depuis longtemps pour les filaments de Purkinje; il est possible qu'elle se rencontre surtout dans certaines régions plus denses de la substance musculeuse du cœur; mais, d'autre part, je soutiens qu'il y a des réseaux dans un très-grand nombre de points.

Relativement au sarcolemme des fibres musculaires du cœur, nous voyons se continuer, même de nos jours, l'ancien débat sur son existence. Eberth le nie, tandis que Winkler l'admet. Mais il est évident que ce que ce dernier décrit sous ce nom, n'est en partie que le périmysium interne.

Quant aux filaments de Purkinje de l'endocarde, dont il a été question à diverses reprises, je ferai remarquer seulement que ces filaments, découverts, mais non exactement interprétés par Purkinje, ne sont autre chose, ainsi que je l'ai démontré le premier, que des séries de cellules musculaires, dont le contenu, strié transversalement, laisse libre la portion moyenne de la cellule, où se trouve le noyau. Ils représentent une forme embryonnaire des fibres musculaires du cœur, développée d'une façon spéciale relativement au volume des cellules, et présentent des transitions variées vers les fibres formées des cellules fusionnées. Ces filaments, qui, dans l'endocarde et parfois même dans la substance musculeuse du cœur, forment des rangées anastomosées, se rencontrent chez le mouton, le bœuf, le cheval, le porc (Purkinje), et aussi chez le chien, le chat, le porc-épic, la marte, la poule (Aeby), ainsi que chez l'oie et le pigeon (Obermeier). Ils n'ont point été observés chez l'homme, le lapin, la souris, la taupe (Aeby), le chat, le lièvre, la grenouille, (Obermeier). Pour plus de détails, voy. ma *Mikr. Anat.*, ainsi que les travaux de Hessling, Reichert, Aeby et Obermeier.

Les deux grosses artères du cœur se comportent un peu différemment, relativement à l'origine de leurs fibres musculaires, ainsi que Donders l'a fait observer très-justement. En effet, tandis que l'artère pulmonaire donne naissance à ces fibres dans *tout* son pourtour, l'artère pulmonaire n'en fournit point au niveau de la région qui se continue avec une des valves de la valvule mitrale. Il s'ensuit que là l'anneau fibreux artériel est contigu à l'anneau fibreux veineux. A l'opposite de cette région, immédiatement au-dessous de l'anneau fibreux de l'aorte, qui, à ce niveau, s'unit à la cloison des ventricules, se trouve une petite *région transparente* de la cloison, qui,

comme l'a montré Reinhard, a été reconnue pour la première fois par Th. B. Peacock comme une disposition normale. Dans cette région, qui, un peu plus tard, a été décrite aussi par Hauska, la cloison est formée exclusivement par un prolongement de l'anneau fibreux de l'aorte et par les deux couches endocardiques des ventricules (Donders, Luschka). — Les anneaux fibreux contiennent, outre le tissu conjonctif et les fibres élastiques, beaucoup de cellules étoilées, ainsi que Donders l'a montré le premier. — Sur la face ventriculaire des valvules semi-lunaires du cœur, particulièrement des valvules aortiques, on rencontre çà et là de petites excroissances d'apparence villeuse (Luschka, Lambl). Dans ces productions, Luschka a constaté que les cellules superficielles, qu'il considère comme des cellules épithéliales, sont unies par des prolongements filiformes avec des corpuscules de tissu conjonctif situés plus profondément.

J'ai étudié la disposition des *nerfs* du cœur sur la grenouille, et voici ce que j'ai observé. Le cœur de la grenouille reçoit *deux ordres* de fibres nerveuses, des *fibres ganglionnaires*, provenant des ganglions situés dans son épaisseur, et des *ramifications des nerfs cardiaques* des pneumogastriques, dont chacun fournit un de ces nerfs.

Les ganglions cardiaques, situés dans la cloison auriculaire et près de l'ouverture des ventricules, et dont la disposition générale nous est suffisamment connue depuis les recherches de Bidder, *ne contiennent que des cellules unipolaires,* dont tous les prolongements se continuent avec des fibres à contours opaques et se distribuent dans la substance du cœur, de telle façon, paraît-il, que les ganglions ventriculaires fournissent exclusivement au ventricule, les ganglions de la cloison, aux oreillettes et aux sinus veineux. Des deux côtés, on peut suivre une fibre ganglionnaire dans sa distribution, et se convaincre que peu à peu elle pâlit, pour se continuer en définitive avec une fibre à noyau pâle et délicate, analogue à celles qu'on rencontre au niveau de la terminaison des nerfs dans les muscles striés. Les rameaux cardiaques des pneumogastriques *ne contractent aucune liaison avec les cellules ganglionnaires ;* ils restent indépendants dans tout leur trajet, traversent simplement les ganglions et se terminent en partie dans l'oreillette, en partie dans le ventricule. Dans ce dernier, ils conservent leurs fibres fines et à contours foncés jusque vers la partie moyenne, puis ces fibres, comme dans l'oreillette, deviennent pâles, délicates, se garnissent de noyaux et prennent complétement l'aspect des terminaisons des fibres ganglionnaires. La grande majorité des fibres pâles à noyaux de l'un et de l'autre domaine nerveux du cœur se termine à la surface et dans l'épaisseur des faisceaux musculaires secondaires de l'organe, et l'on trouve facilement, sur des cœurs plongés quelque temps dans l'acide acétique dilué, des terminaisons nerveuses pour ainsi dire dans chaque fragment de faisceau. Ces terminaisons ont la plus grande analogie avec celles des nerfs des muscles striés chez la grenouille, et présentent des ramifications de fibres pâles, avec des noyaux sur leur trajet et aux points de bifurcation, et des extrémités terminales libres. Il est à remarquer seulement que le nombre des rameaux et des extrémités n'est point considérable, et que très-vraisemblablement il n'y a pas une extrémité spéciale pour chaque fibre-cellule d'un faisceau — D'après cela, les fibres du pneumogastrique et les fibres ganglionnaires du cœur se rendent certainement au tissu du cœur d'une manière indépendante les unes des autres ; la physiologie devra donc rejeter complétement toutes les théories qui assignent aux fibres du pneumogastrique une influence directe sur les ganglions du cœur. Ces données, qui datent de l'année 1862, ont été attaquées, un an plus tard, par Beale (*Phil. Trans.*, vol. CLIII, p. 561). Quant au fait le plus important, c'est-à-dire l'absence de connexions entre les fibres du pneumogastrique et les cellules ganglionnaires, Beale ne produit aucune observation directe, mais seulement des présomptions, auxquelles personne ne donnera de poids. Il nie que les cellules ganglionnaires soient unipolaires ; mais en le faisant, il a seulement en vue ce fait que sur ces cellules on trouve les fibres spirales mentionnées plus haut (p. 25),

cellules en question peuvent être rendues apparentes au moyen du nitrate d'argent. Je puis, il est vrai, concéder à Eberth que la fusion est moins complète que nous ne l'avions imaginé, Eberth et moi, car ce qu'il dit au sujet des limites des cellules rendues évidentes par le sel d'argent, je l'ai parfaitement constaté comme lui; mais d'autre part, on ne saurait révoquer en doute que les cellules sont tout autrement unies entre elles dans le cœur des mammifères et de l'homme que dans celui de la grenouille et des poissons. Que l'on compare seulement le cœur embryonnaire et le cœur plus développé des mammifères, et que l'on considère avec quelle facilité s'isolent, dans le premier, les cellules formatrices, tandis que, dans le dernier, cet isolement ne peut être obtenu qu'au moyen d'agents aussi énergiques que la potasse (ce n'est que dans l'atrophie musculaire dite brune qu'Eberth a vu les fibres musculaires se décomposer, sans réactifs, ou cellules). D'autre part, les filaments de Purkinje de l'endocarde, composés, en certains points, de cellules musculaires nettement isolées, présentant ailleurs tous les degrés de la fusion en fibres, montrent très-clairement quelles modifications éprouvent les éléments primordiaux dans le cœur. Enfin je pense, contrairement à Eberth, qu'en certains points il y a une véritable fusion, et beaucoup des éléments décrits par Eberth, comme des cellules à deux noyaux, me paraissent être des cellules fusionnées, comme ses figures 6, 7, 9, 12, 13, 15, 18, 19.

En outre, je m'éloigne d'Eberth sur un autre point, car je soutiens que les cellules musculaires du cœur s'unissent entre elles pour former de minces filaments musculeux anastomosés, tandis qu'Eberth n'admet que leur réunion en grandes masses. Je ne prétends pas nier l'existence de cette dernière disposition, qui était connue depuis longtemps pour les filaments de Purkinje; il est possible qu'elle se rencontre surtout dans certaines régions plus denses de la substance musculeuse du cœur; mais, d'autre part, je soutiens qu'il y a des réseaux dans un très-grand nombre de points.

Relativement au sarcolemme des fibres musculaires du cœur, nous voyons se continuer, même de nos jours, l'ancien débat sur son existence. Eberth le nie, tandis que Winkler l'admet. Mais il est évident que ce que ce dernier décrit sous ce nom, n'est en partie que le périmysium interne.

Quant aux filaments de Purkinje de l'endocarde, dont il a été question à diverses reprises, je ferai remarquer seulement que ces filaments, découverts, mais non exactement interprétés par Purkinje, ne sont autre chose, ainsi que je l'ai démontré le premier, que des séries de cellules musculaires, dont le contenu, strié transversalement, laisse libre la portion moyenne de la cellule, où se trouve le noyau. Ils représentent une forme embryonnaire des fibres musculaires du cœur, développée d'une façon spéciale relativement au volume des cellules, et présentent des transitions variées vers les fibres formées des cellules fusionnées. Ces filaments, qui, dans l'endocarde et parfois même dans la substance musculeuse du cœur, forment des rangées anastomosées, se rencontrent chez le mouton, le bœuf, le cheval, le porc (Purkinje), et aussi chez le chien, le chat, le porc-épic, la marte, la poule (Aeby), ainsi que chez l'oie et le pigeon (Obermeier). Ils n'ont point été observés chez l'homme, le lapin, la souris, la taupe (Aeby), le chat, le lièvre, la grenouille, (Obermeier). Pour plus de détails, voy. ma *Mikr. Anat.*, ainsi que les travaux de Hessling, Reichert, Aeby et Obermeier.

Les deux grosses artères du cœur se comportent un peu différemment, relativement à l'origine de leurs fibres musculaires, ainsi que Donders l'a fait observer très-justement. En effet, tandis que l'artère pulmonaire donne naissance à ces fibres dans *tout* son pourtour, l'artère pulmonaire n'en fournit point au niveau de la région qui se continue avec une des valves de la valvule mitrale. Il s'ensuit que là l'anneau fibreux artériel est contigu à l'anneau fibreux veineux. A l'opposite de cette région, immédiatement au-dessous de l'anneau fibreux de l'aorte, qui, à ce niveau, s'unit à la cloison des ventricules, se trouve une petite *région transparente* de la cloison, qui,

comme l'a montré Reinhard, a été reconnue pour la première fois par Th. B. Peacock comme une disposition normale. Dans cette région, qui, un peu plus tard, a été décrite aussi par Hauska, la cloison est formée exclusivement par un prolongement de l'anneau fibreux de l'aorte et par les deux couches endocardiques des ventricules (Donders, Luschka). — Les anneaux fibreux contiennent, outre le tissu conjonctif et les fibres élastiques, beaucoup de cellules étoilées, ainsi que Donders l'a montré le premier. — Sur la face ventriculaire des valvules semi-lunaires du cœur, particulièrement des valvules aortiques, on rencontre çà et là de petites excroissances d'apparence villeuse (Luschka, Lambl). Dans ces productions, Luschka a constaté que les cellules superficielles, qu'il considère comme des cellules épithéliales, sont unies par des prolongements filiformes avec des corpuscules de tissu conjonctif situés plus profondément.

J'ai étudié la disposition des *nerfs* du cœur sur la grenouille, et voici ce que j'ai observé. Le cœur de la grenouille reçoit *deux ordres* de fibres nerveuses, des *fibres ganglionnaires*, provenant des ganglions situés dans son épaisseur, et des *ramifications des nerfs cardiaques* des pneumogastriques, dont chacun fournit un de ces nerfs.

Les ganglions cardiaques, situés dans la cloison auriculaire et près de l'ouverture des ventricules, et dont la disposition générale nous est suffisamment connue depuis les recherches de Bidder, *ne contiennent que des cellules unipolaires,* dont tous les prolongements se continuent avec des fibres à contours opaques et se distribuent dans la substance du cœur, de telle façon, paraît-il, que les ganglions ventriculaires fournissent exclusivement au ventricule, les ganglions de la cloison, aux oreillettes et aux sinus veineux. Des deux côtés, on peut suivre une fibre ganglionnaire dans sa distribution, et se convaincre que peu à peu elle pâlit, pour se continuer en définitive avec une fibre à noyau pâle et délicate, analogue à celles qu'on rencontre au niveau de la terminaison des nerfs dans les muscles striés. Les rameaux cardiaques des pneumogastriques *ne contractent aucune liaison avec les cellules ganglionnaires ;* ils restent indépendants dans tout leur trajet, traversent simplement les ganglions et se terminent en partie dans l'oreillette, en partie dans le ventricule. Dans ce dernier, ils conservent leurs fibres fines et à contours foncés jusque vers la partie moyenne, puis ces fibres, comme dans l'oreillette, deviennent pâles, délicates, se garnissent de noyaux et prennent complétement l'aspect des terminaisons des fibres ganglionnaires. La grande majorité des fibres pâles à noyaux de l'un et de l'autre domaine nerveux du cœur se termine à la surface et dans l'épaisseur des faisceaux musculaires secondaires de l'organe, et l'on trouve facilement, sur des cœurs plongés quelque temps dans l'acide acétique dilué, des terminaisons nerveuses pour ainsi dire dans chaque fragment de faisceau. Ces terminaisons ont la plus grande analogie avec celles des nerfs des muscles striés chez la grenouille, et présentent des ramifications de fibres pâles, avec des noyaux sur leur trajet et aux points de bifurcation, et des extrémités terminales libres. Il est à remarquer seulement que le nombre des rameaux et des extrémités n'est point considérable, et que très-vraisemblablement il n'y a pas une extrémité spéciale pour chaque fibre-cellule d'un faisceau — D'après cela, les fibres du pneumogastrique et les fibres ganglionnaires du cœur se rendent certainement au tissu du cœur d'une manière indépendante les unes des autres ; la physiologie devra donc rejeter complétement toutes les théories qui assignent aux fibres du pneumogastrique une influence directe sur les ganglions du cœur. Ces données, qui datent de l'année 1862, ont été attaquées, un an plus tard, par Beale (*Phil. Trans.*, vol. CLIII, p. 561). Quant au fait le plus important, c'est-à-dire l'absence de connexions entre les fibres du pneumogastrique et les cellules ganglionnaires, Beale ne produit aucune observation directe, mais seulement des présomptions, auxquelles personne ne donnera de poids. Il nie que les cellules ganglionnaires soient unipolaires ; mais en le faisant, il a seulement en vue ce fait que sur ces cellules on trouve les fibres spirales mentionnées plus haut (p. 25),

fibres dont l'interprétation, comme nous l'avons vu, n'est rien moins que certaine et dont jusqu'ici Beale, non plus que tout autre, n'a démontré la nature nerveuse.

SECTION II

DES VAISSEAUX SANGUINS.

§ 205. **Structure générale des vaisseaux.** — Au point de vue de leur structure, les vaisseaux sanguins se distinguent en *artères*, *capillaires* et *veines;* mais les limites entre ces trois grandes divisions du système vasculaire sont loin d'être précises, attendu que les capillaires se continuent insensiblement, d'un côté, avec les veines, et de l'autre, avec les artères. Néanmoins les artères et les veines d'un certain calibre, bien que faites sur un même plan général, se distinguent d'une manière certaine et tranchée par une foule de particularités.

Relativement aux *tissus* qui entrent dans la composition des vaisseaux et à leur *mode d'arrangement*, voici ce qu'on peut dire d'une manière générale. Tandis que les *capillaires proprement dits* n'ont qu'une seule tunique, formée de cellules aplaties qui correspondent à la couche interne ou à l'épithélium des *vaisseaux d'un certain calibre*, ceux-ci possèdent, à peu d'exceptions près, trois tuniques distinctes, qu'on peut appeler *tunique interne*, *tunique moyenne* ou *annulaire*, et *tunique externe* ou *adventice*. Parmi les tissus fibrillaires, le tissu élastique et le tissu musculaire lisse tiennent le premier rang dans ces membranes; viennent ensuite le tissu conjonctif et même le tissu musculaire strié; mais on rencontre aussi, dans les vaisseaux, des cellules épithéliales, des membranes homogènes spéciales, des vaisseaux et même des nerfs. De cette multiplicité d'éléments, jointe aux nombreuses variétés que présentent les tissus les plus répandus, résulte une complication de structure qui rend une description générale presque impossible et qu'on ne peut démêler qu'en la considérant successivement dans les divers départements vasculaires. — Si l'on étudie le mode d'arrangement et la distribution de ces tissus, on remarque tout d'abord qu'ils ont une tendance très-marquée à se superposer par couches, et à prendre dans chaque couche une direction constante. Il est rare, cependant, qu'on trouve des couches véritablement indépendantes; très-exceptionnellement aussi on rencontre diverses directions dans une même couche. La *tunique interne* est la moins épaisse des trois; elle consiste toujours en une couche de cellules, ou *épithélium vasculaire*, reposant le plus souvent sur une membrane élastique dont les fibres sont dirigées principalement *dans le sens de la longueur*. A cette couche élastique peuvent se joindre d'autres couches, de natures diverses, mais conservant presque toujours la direction longitudinale. La *tunique moyenne* est généralement épaisse; c'est elle qui est le siége principal des éléments *transversaux* et des *fibres musculaires;* mais dans les

veines, elle renferme aussi de nombreuses fibres longitudinales, et dans tous les vaisseaux un peu volumineux, on y rencontre une plus ou moins grande quantité d'éléments élastiques ou de tissu conjonctif. Dans la *tunique externe*, enfin, la *direction longitudinale* des fibres redevient prédominante; cette tunique est aussi épaisse ou plus épaisse que la tunique moyenne, et ne se compose, en général, que de tissu conjonctif et de réseaux élastiques.

Si nous poursuivons un peu plus loin l'étude des divers tissus qui composent les tuniques des vaisseaux, nous trouverons que le *tissu conjonctif* s'y montre presque partout à l'état de développement complet, avec des faisceaux plus ou moins gros et des fibrilles distinctes. Ce n'est que dans les plus petites artères et veines qu'on rencontre à sa place un tissu vaguement fibrillaire, parsemé de noyaux, qui se transforme enfin en une membrane mince, tout à fait homogène, présentant encore çà et là des noyaux. Nulle part le *tissu élastique* ne revêt des aspects si divers que dans les vaisseaux : depuis les réseaux lâches et à larges mailles formées de fibres de diverses grosseurs (fig. 410), jusqu'aux réseaux les plus étroits, les plus serrés et même membraneux, on trouve toutes les transitions possibles. On observe, en outre, tous les degrés de transformation des réseaux élastiques ou *membranes réticulées* en véritables *membranes élastiques;* tantôt ces membranes révèlent encore leur origine par un réseau de fibres élastiques plus ou moins marquées qui les traverse, et par de rares vacuoles (fig. 30 *a*), tantôt elles sont transformées par places ou dans toute leur étendue en lames parfaitement homogènes, avec plus ou moins de vacuoles (fig. 411). — Le *tissu musculaire strié*, conformé comme celui du cœur, ne s'observe qu'à l'embouchure des grosses veines dans cet organe; le *tissu musculaire lisse*, au contraire, est très-répandu, notamment dans les vaisseaux de moyen calibre, parfois aussi dans les gros vaisseaux. Les éléments dont il se compose, ou les fibres-cellules contractiles, n'offrent rien de particulier dans la plupart des vaisseaux, si ce n'est qu'elles dépassent rarement 90 à 130 μ de longueur; elles se réunissent en faisceaux aplatis


FIG. 410.


FIG. 411.

FIG. 410. — Réseau élastique de la *tunique moyenne* de l'artère pulmonaire du cheval, avec trous dans les fibres. — Grossissement de 350 diamètres.

FIG. 411. — Membrane élastique de la tunique moyenne de l'artère poplitée de l'homme : indices de réseaux élastiques. — Grossissement de 350 diamètres.

ou en membranes, plus rarement en réseaux musculaires, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un peu de tissu conjonctif et de quelques fibrilles élastiques. Les fibres-cellules contractiles sont remplacées, dans les grosses artères, par de courtes lamelles analogues aux cellules épithéliales, et munies constamment de noyaux allongés; dans les artères et veines très-petites, par des cellules allongées, ou même arrondies; l'une et l'autre forme doivent être considérées comme appartenant à des degrés inférieurs de développement.

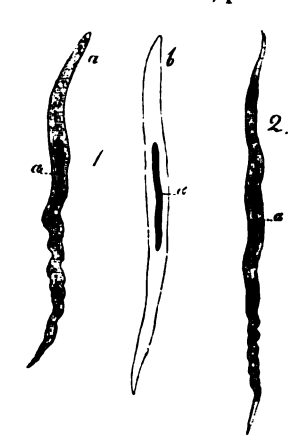


Fig. 412.

On trouve dans la tunique interne des vaisseaux un peu volumineux un tissu fibroïde spécial, que l'on considère généralement, depuis Henle, comme un épithélium transformé. Ce tissu se compose de lamelles pâles, en général striées, quelquefois aussi homogènes, avec des noyaux allongés, ovalaires, parallèles à l'axe du vaisseau; assez souvent ces lamelles peuvent se décomposer en fibres fusiformes étroites, munies chacune d'un noyau et analogues à certaines cellules épithéliales, ou du moins en fibres; d'autres fois, elles sont amorphes et sans noyaux, ou semblent se transformer en membranes fibreuses très-fines, semblables aux réseaux élastiques les plus serrés et les plus fins (fig. 413). Je donnerai à ces lamelles le nom de *lames striées* de la tunique interne; leur analogie, ou plutôt celle des fibres-cellules qui en forment la portion principale, avec les cellules de l'épithélium vasculaire n'est pas un motif suffisant pour autoriser à les faire dériver de ces dernières, attendu que rien ne démontre cette communauté d'origine entre les cellules épithéliales et les lames striées, en ce sens que ces dernières auraient constitué à une certaine époque la couche interne ou épithéliale du vaisseau, laquelle aurait été refoulée successivement de dedans en dehors, tandis que ses éléments se confondaient; mais je me crois



Fig. 413.

Fig. 412. — Fibres-cellules musculaires des artères de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres. 1. Fibres-cellules de l'artère poplitée. *a*, à l'état naturel; *b*, traitée par l'acide acétique; 2. Fibre-cellule d'un petit rameau de l'artère tibiale antérieure, ayant 1 millimètre de diamètre. *a*, noyau des cellules.

Fig. 413. — Fragment d'une lame striée de la tunique interne de l'aorte d'une vache, ressemblant ici à un réseau élastique fin. — Grossissement de 350 diamètres.

autorisé à considérer les cellules épithéliales et les cellules formatrices de ces lames striées comme identiques au début, bien que subissant plus tard, dans le cours du développement, des transformations diverses qui en font, en définitive, des tissus d'une nature plus ou moins distincte. Récemment Langhaus a trouvé dans la tunique interne de l'aorte descendante, outre les cellules fusiformes, de nombreuses cellules étoilées anastomosées, que je me vois forcé, d'après les préparations de cet anatomiste, de confirmer et de défendre contre Henle (*Jahresb.* pour 1866, p. 83).



Fig. 414.

L'épithélium des vaisseaux (fig. 414) se montre sous deux formes : tantôt, dans les grosses veines surtout, c'est un *épithélium pavimenteux*, composé de cellules polygonales, en général un peu allongées, et tantôt, comme dans la plupart des artères, il est composé de cellules fusiformes étroites et aplaties, terminées en pointe, longues de 22 à 45 μ et plus, et dont les contours sont rectilignes ou plus ou moins onduleux. A l'état normal, cet épithélium ne fait défaut dans aucun vaisseau; les éléments qui le composent sont assez faciles à dissocier et, à l'aide du nitrate d'argent, se voient parfaitement *in situ* (fig. 415). De même que tous les épithéliums simples, il n'est point soumis à une élimination et à une reproduction incessantes. Ainsi que je l'ai dit précédemment, je considère cet épithélium comme une des formes du tissu conjonctif, et je le désigne sous le nom de faux épithélium (*epithelium spurium*); je ferai remarquer que déjà Remak avait appelé cette couche *tunique celluleuse* des vaisseaux.

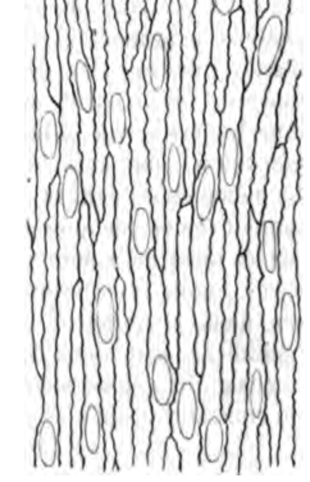


Fig. 415.

Tous les vaisseaux d'un certain calibre, jusqu'à ceux de 1 millimètre et même au-dessous, sont pourvus de *vaisseaux nourriciers* ou *vasa vasorum;* fournis généralement par de petits troncs artériels voisins, les vasa vasorum se distribuent principalement dans la tunique externe et y forment un riche réseau capillaire à mailles plus ou moins arrondies. De ce réseau naissent des ramuscules veineux, qui cheminent à côté des artérioles, pour se jeter dans les veines mêmes qu'ils servent à nourrir. La tunique moyenne des artères et veines un peu volumineuses reçoit égale-

Fig. 414. — Cellules épithéliales des vaisseaux ; la plus longue provient d'une artère, les deux courtes, d'une veine de l'homme. — Grossissement de 350 diamètres.

Fig. 415. — Épithélium d'une artère d'un certain volume du mésentère de la grenouille, rendu apparent par le nitrate d'argent. — Grossissement de 350 diamètres.

ment des vaisseaux, beaucoup moins cependant que la tunique externe, et seulement dans ses couches superficielles; la plupart des auteurs sont d'accord sur ce point (récemment Gimbert a nié l'existence de ces vaisseaux). La tunique interne, au contraire, et les couches internes de la tunique moyenne, m'ont toujours paru complétement privées de vaisseaux, bien que quelques observateurs prétendent y en avoir rencontré (chez le bœuf, les parois de la veine cave inférieure sont pourvues de nombreux vaisseaux sanguins, jusqu'à la membrane interne). Des *filets nerveux*, émanés du grand sympathique et des paires spinales, se rencontrent en une foule de points sur les vaisseaux; mais le plus souvent ils paraissent tout simplement les accompagner. Quand ils pénètrent dans leurs parois, ils cheminent tantôt dans la tunique externe, tantôt dans l'épaisseur de la tunique moyenne. Règle générale, les fibres, qui d'abord ont un double contour, finissent par se transformer en filaments pâles, sans moelle et à noyaux, qui se bifurquent à diverses reprises. Chez la grenouille, ces filaments forment des réseaux dans diverses régions (*His*, *Beale*, *Lehmann*) ; mais probablement ils présentent aussi des extrémités libres (voy. ma *Mikr. Anat.*, II, p. 523 et 533). Un grand nombre d'artères paraissent complétement dépourvues de nerfs; telles sont la plupart des artères de l'encéphale et de la moelle, celles de la choroïde, du placenta et aussi beaucoup d'artères des muscles, des glandes et des membranes; mais aujourd'hui que nous savons quelle est la ténuité des terminaisons des nerfs dans les muscles lisses (voy. § 142), il faut avouer que *de nouvelles recherches sont nécessaires*, pour permettre *qu'on se prononce catégoriquement à cet égard*. La même chose peut se dire des veines, dont les plus volumineuses présentent seules quelques rares filets nerveux. Ainsi, on a trouvé des nerfs sur les sinus de la dure-mère, sur les veines du canal rachidien, les veines caves, jugulaires internes, iliaques, crurales, sur les veines sus-hépatiques; ces filets proviennent également du grand sympathique et des nerfs rachidiens; leur mode de terminaison n'a pas encore été étudié. D'après Luschka, ils s'étendraient jusque dans la tunique interne, fait que je n'ai pu constater jusqu'à ce jour.

A part quelques observations isolées faites autrefois, la *diposition des nerfs vasculaires* a été décrite par moi pour la première fois (*Mikr. Anat.*, II, I, p. 532, 533) d'après les vaisseaux des muscles de la grenouille. J'ai trouvé là (*Zeitschr. f. w. Zool.*, t. XII, p. 160) des filaments pâles, délicats, à noyaux, se bifurquant çà et là, présentant exactement la même constitution que les fibres sensitives des muscles. Dans un cas, j'ai vu aussi une de ces fibres nerveuses des vaisseaux naître d'une fibre sensitive à contours foncés. J'ai observé ces *nerfs vasculaires probablement sensitifs*, dont j'ignore le mode de terminaison, dans la tunique externe des petites artères et veines, non de toutes, il s'en faut, et aussi dans les vaisseaux de transition du côté artériel, qui n'avaient plus de fibres musculaires. Plus tard, His et Beale (*Phil. Trans.*, vol. CLIII, p. 562) trouvèrent chez la grenouille de ces filaments nerveux pâles, qu'on devra probablement considérer, en grande partie, comme moteurs, dans les tuniques adventice et musculaire des artères et veines d'un certain volume, réunies en réseau ; la même observation a été répétée par Lehmann et par moi. Une autre

observation importante, faite par Beale et par Lehmann, c'est celle de ganglions et de cellules ganglionnaires sur le trajet des nerfs dans l'épaisseur des tuniques vasculaires. Mais tandis que Lehmann n'a pu trouver ces ganglions que dans la veine cave inférieure, Beale prétend les avoir vus sur *des artères* en divers points, sans indiquer dans quels cas il les a rencontrés dans l'épaisseur même de leur paroi. — Jusqu'à quel point ces observations s'appliquent-elles à un mammifère et à l'homme? C'est ce que de nouvelles recherches nous apprendront. Quoi qu'il en soit, Beale ne sera pas en droit de révoquer en doute mes observations négatives sur beaucoup de vaisseaux des animaux supérieurs, tant qu'il ne sera pas parvenu à découvrir des nerfs là où je n'ai pu en trouver.

§ 206. **Artères.** — Afin de faciliter les descriptions, on peut diviser les artères en *petites*, *moyennes* et *grosses*, suivant que leur tunique moyenne est formée exclusivement de fibres musculaires, ou de fibres musculaires et de fibres élastiques, ou principalement de tissu élastique. Cette division est d'autant mieux fondée, qu'avec les modifications de structure de la tunique moyenne marchent parallèlement, pour ainsi dire, celles des autres tuniques.

Un caractère général des artères est tiré de la grande épaisseur de leur tunique moyenne, composée de plusieurs couches disposées régulièrement et dont les éléments offrent une direction transversale. Dans les artères d'un fort calibre, la tunique moyenne est jaune, très-élastique et très-épaisse; vers la périphérie de l'arbre artériel, elle s'amincit de plus en plus, devient plus rougeâtre et plus riche, relativement, en fibres musculaires, jusqu'à ce qu'enfin elle disparaisse au voisinage des capillaires. La *tunique interne*, de couleur blanchâtre, est toujours beaucoup plus mince que la tunique moyenne; son épaisseur, variable avec le volume des vaisseaux, oscille cependant entre des limites beaucoup plus restreintes. La *tunique externe*, au contraire, est notablement plus mince, même d'une manière absolue, dans les gros troncs que dans les artères de moyen calibre, où son épaisseur égale ou même surpasse celle de la tunique moyenne. — Dans la description spéciale, il convient de commencer par les petites artères, dont la structure est le plus simple, et auxquelles on rattachera ensuite facilement les autres.

Au-dessous de $2^{mm},2$ *à* $2^{mm},8$ de diamètre jusqu'aux capillaires, les artères présentent, à peu d'exceptions près, la structure suivante (fig. 416) : la tunique interne n'est formée que de deux couches, d'un *épithélium* et d'une membrane spéciale, brillante, assez peu translucide, que je désignerai sous le nom de *membrane élastique interne*. L'épithélium est composé de cellules pâles, fusiformes, à noyau ovalaire, et se détache facilement par larges lambeaux, voire même sous la forme de tubes complets. Mais les cellules peuvent aussi être isolées; elles ont une grande analogie, d'une part, avec les corpuscules conjonctifs fusiformes du tissu conjonctif de nouvelle formation, d'autre part, avec les fibres-cellules contractiles. Elles se distinguent, néanmoins, des premières par leurs extrémités moins pointues et leur couleur pâle, des secondes, par leur rigidité, par leurs noyaux, qui ne sont jamais en bâtonnet, et par leurs réactions

chimiques. La membrane élastique (fig. 417) a, en moyenne, 2 μ d'épaisseur; pendant la vie, elle est tendue et présente une surface lisse au-dessous de l'épithélium; mais, dans les artères vides, elle forme presque toujours un nombre plus ou moins considérable de plis longitudinaux, en général très-marqués, quelquefois même des plis transversaux, qui donnent à cette membrane, complétement amorphe, un aspect strié spécial. Du reste, elle se montre presque toujours sous la forme de *membrane fenêtrée*, avec des fibres en réseau plus ou moins marquées, et des trous ou fentes de diverses grandeurs ; plus rarement elle revêt l'aspect d'un

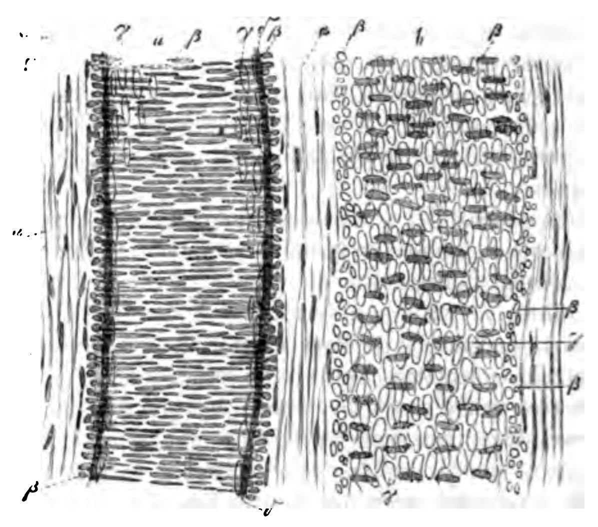


FIG. 416.

réseau très-serré, composé de fibres élastiques, en général longitudinales, laissant entre elles des fentes allongées; dans tous les cas, ses caractères physiques, sa grande élasticité et ses propriétés chimiques sont les mêmes que ceux des lames élastiques qu'on trouve dans la tunique moyenne des grosses artères. — La *tunique moyenne* des petites artères est composée *exclusivement de fibres musculaires*, sans le moindre mélange de tissu conjonctif ni d'éléments élastiques; elle est plus ou moins épaisse, suivant le calibre des artères, et peut atteindre jusqu'à 68 μ. Les fibres-cellules qui la constituent, réunies en feuillets, peuvent être isolées, jusque sur des artères de 0mm,22 de diamètre, par la simple dilacération, et sur des artères plus petites, au moyen de la coction et de la macération dans l'acide nitrique au cinquième; elles ont 45 à 68 μ de

FIG. 416. — Artère (*a*) de 140 μ et veine (*b*) de 150 μ de diamètre, tirées du mésentère d'un enfant et traitées par l'acide acétique. Grossissement de 350 diamètres. α, tunique externe, à noyaux un peu allongés ; β, noyaux des fibres-cellules contractiles de la tunique moyenne, vus en partie de face, en partie comme sur une coupe transversale ; γ, noyaux des cellules épithéliales ; δ, membrane à fibres élastiques longitudinales.

longueur et 4,5 à 5,6 μ de largeur. — La *tunique externe ou adventice* est formée de tissu conjonctif et de fibres élastiques fines; elle est généralement aussi épaisse ou même plus épaisse que la tunique moyenne.

La description qui précède est encore applicable à des artères de 0^{mm},28; mais, en se rapprochant davantage des capillaires, on trouve une structure de plus en plus différente (fig. 418). Déjà sur les artères de 0^{mm},22, la *tunique externe* ne renferme plus d'éléments élastiques; elle se compose exclusivement de tissu conjonctif à noyaux allongés. Au commencement, ce tissu est encore fibrillaire; plus loin, il devient presque homogène, mais présente toujours des cellules; enfin, il se réduit à une mince membrane complétement amorphe, qui, à son tour, disparaît entièrement sur des vaisseaux de 15 μ. La *tunique moyenne* ou à fibres circulaires, vue sur des artères dont le diamètre est compris entre 0^{mm},22 et 0^{mm},08, présente encore trois ou deux couches de fibres musculaires, avec une épaisseur qui varie entre 11 et 18 μ; sur des artères plus petites, elle n'a plus qu'une simple couche, dont les éléments deviennent de plus en plus petits et ne représentent plus, sur des vaisseaux de 68 à 15 μ, que de courtes cellules oblongues, de 32 à 13 μ, avec des noyaux très-courts. Au-dessus de 27 μ de diamètre du vaisseau, ces fibres-cellules contractiles embryonnaires forment encore une couche continue; en se rapprochant davantage des capillaires, on les voit s'écarter de plus en plus les unes des autres (voyez la figure qui est au paragraphe *Capillaire*) et disparaître enfin complétement. La *tunique interne*, examinée sur des vaisseaux qui ont plus de 68 μ de diamètre, présente une membrane élastique interne; d'abord très-mince, cette membrane n'acquiert son développement complet que sur des artères de 130 à 180 μ. L'épithélium, au contraire, peut être suivi jusque dans les artères les plus petites et se continue directement avec la membrane de cellules des capillaires (voy. ci-dessous).

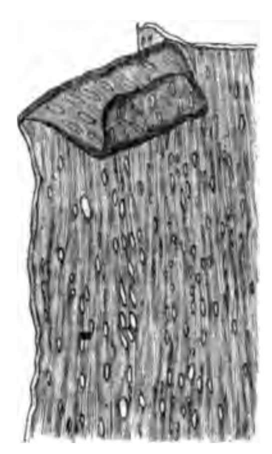


FIG. 417.

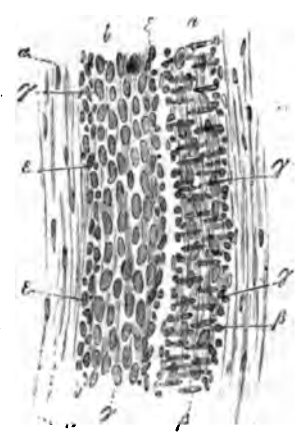


FIG. 418.

Les *artères d'un calibre moyen*, depuis 2^{mm},2 à 2^{mm},8 jusqu'à 4 à 7 milli-

FIG. 417. — Membrane élastique interne, fenêtrée, de l'aorte du fœtus humain de cinq mois. — Grossissement de 350 diamètres.

FIG. 418. — Artère (*a*) de 22 μ, et veine (*b*) de 33 μ de diamètre du mésentère d'un enfant, grossies 350 fois, et traitées par l'acide acétique. Les lettres comme dans la figure 416, ε, tunique moyenne de la veine, composée de tissu conjonctif à noyaux.

mètres, n'offrent d'abord que très-peu de changements dans leur tunique interne ou externe; leur tunique moyenne, au contraire, en même temps qu'elle acquiert une épaisseur plus grande (110 à 270 μ) à mesure que le vaisseau devient plus large, présente dans sa structure des différences très-notables. Outre les nombreuses couches de fibres musculaires, dont les caractères n'ont point varié, on y rencontre des *fibres élastiques* fines, constituant par leurs anastomoses des réseaux à larges mailles. Ces réseaux, distribués irrégulièrement au milieu des éléments musculeux dans les plus petites artères de cette catégorie, s'accompagnent çà et là, dans les vaisseaux plus gros, d'un peu de tissu conjonctif, et présentent une certaine tendance à former des couches distinctes, alternant avec les couches musculeuses, sans toutefois perdre le caractère de réseaux étendus à travers toute la tunique moyenne. Il résulte de là que la tunique moyenne perd graduellement sa texture éminemment musculeuse, bien que les éléments musculeux l'y emportent encore de beaucoup sur les autres. — La *tunique interne* des artères moyennes présente fréquemment, entre la membrane élastique interne, souvent formée de *deux couches*, comme dans les artères de la base du crâne de l'homme, et l'épithélium, plusieurs couches, parmi lesquelles les lames striées décrites plus haut sont les plus remarquables. Ces lames, jointes à des réseaux élastiques qu'on trouve plus en dehors, au milieu d'une substance conjonctive homogène, granulée ou fibrillaire, forment une couche d'environ 13 à 100 μ d'épaisseur, dont tous les éléments affectent la direction longitudinale, circonstance qui permet de la distinguer facilement des couches musculaires de la tunique moyenne, avec lesquelles on pourrait la confondre. La *tunique externe*, enfin, est plus épaisse, dans toutes ces artères, que la tunique moyenne, et mesure de 110 à 350 μ. Ses fibres élastiques deviennent de plus en plus grosses, et déjà sur des artères de 2,2 millimètres de diamètre, on les voit s'accumuler en quantité considérable vers la limite de la tunique moyenne, limite toujours parfaitement tranchée. Mais cette *couche élastique de la tunique externe* ne se montre dans tout son développement que dans les plus grosses artères de ce groupe, telles que les carotides externe et interne, la crurale, l'humérale, la fémorale profonde, la mésentérique, la cœliaque; elle y mesure 90 à 280 μ d'épaisseur, et se divise parfois en couches très-distinctes, dont la texture se rapproche beaucoup de celle des véritables membranes élastiques. Du reste, ces couches externes de la tunique adventice contiennent

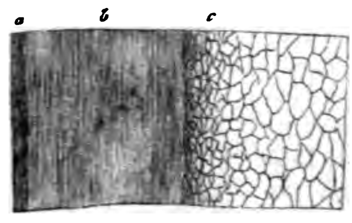


Fig. 419.

Fig. 419. — Section transversale de l'artère fémorale profonde de l'homme. Grossissement de 30 diamètres. *a*, tunique interne avec sa couche élastique (l'épithélium n'est point visible); *b*, tunique moyenne sans feuillets élastiques, mais avec des fibres élastiques fines; *c*, tunique externe, pourvue de réseaux élastiques et de tissu conjonctif.

également des réseaux élastiques, dont les éléments, un peu plus fins, il est vrai, sont distribués plus ou moins irrégulièrement et non réunis en feuillets. — Parmi les artères d'un calibre moyen, les *plus grosses* montrent déjà une certaine analogie avec les gros troncs artériels ; les réseaux élastiques de la tunique moyenne y forment, sur quelques points, des lames élastiques d'une certaine épaisseur, mais qui sont encore continues entre elles à travers toute cette tunique ; quelquefois aussi ils constituent de véritables membranes élastiques, et par là ils se distinguent nettement des lames élastiques qu'on rencontre dans la tunique à fibres annulaires des grosses artères, et qu'il nous reste à décrire. Les premières traces de ces lames se rencontrent dans les couches internes de la tunique moyenne sur la crurale, la mésentérique supérieure, la cœliaque, l'iliaque externe, l'humérale, les carotides externe et interne. Chose remarquable, ces mêmes lames existent dans toute l'épaisseur de la tunique moyenne sur les premières portions de la tibiale antérieure et de la tibiale postérieure, et sur la poplitée ; c'est sur cette dernière artère, dont les parois sont en général un peu plus épaisses que celles de la crurale, qu'elles sont surtout bien développées.

D'après ce que nous venons de dire de la tunique moyenne, on voit que la transition entre les artères moyennes et les grosses artères est tout à fait insensible. Quant à la *tunique interne*, les cellules épithéliales, dans les grosses artères, ne sont plus, en général, si considérablement allongées,

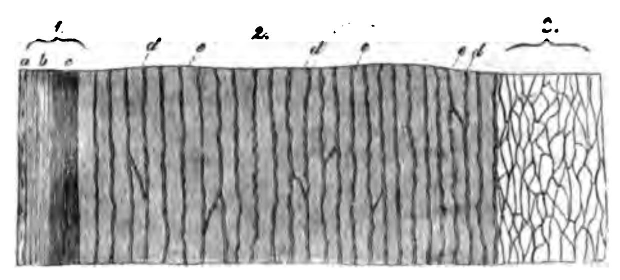


FIG. 420.

comme dans les petites artères ; elles sont cependant toujours fusiformes et mesurent 13 à 22 μ en longueur. Les autres parties de cette tunique ne croissent pas toujours en épaisseur proportionnellement au calibre de l'artère ; mais elles ont une grande tendance à s'épaissir, notamment dans l'aorte, de sorte qu'il est souvent difficile de déterminer quelle est leur épaisseur normale. Elles se composent principalement de couches multiples d'une substance transparente, tantôt homogène, tantôt striée ou même net-

FIG. 420. — Section transversale de l'aorte, au-dessous de la mésentérique supérieure. 1, tunique interne ; 2, tunique moyenne ; 3, tunique externe. *a*, épithélium ; *b*, lames striées. *c*, membranes élastiques de la tunique interne ; *d*, lames élastiques de la tunique moyenne ; *e*, fibres musculaires et tissu conjonctif de cette dernière ; *f*, réseaux élastiques de la tunique externe. — Chez l'homme. — Grossissement de 30 diamètres et traitée par l'acide acétique.

tement fibrillaire, qui se comporte, en général, comme le tissu conjonctif (Eulenberg a extrait un peu de gélatine de la tunique interne), et que traversent des réseaux élastiques plus ou moins serrés, à mailles longitudinales. Ordinairement ces réseaux deviennent de plus en plus denses, et leurs éléments, plus gros, à mesure que l'on approche de la surface du vaisseau; vers la tunique moyenne, on trouve, soit une membrane élastique réticulée très-serrée, soit une véritable membrane fenêtrée, plus ou moins fibreuse, qui correspond évidemment à la membrane élastique interne des petites artères. Immédiatement au-dessous de l'épithélium, ces réseaux élastiques sont tantôt très-fins, et tantôt remplacés par une ou plusieurs couches transparentes, ou *lames striées;* quand elles contiennent des noyaux, ces lames semblent formées de cellules épithéliales fusionnées ou de substance conjonctive à cellules étoilées (Langhans); elles ressemblent, au contraire, à des membranes élastiques pâles, lorsqu'elles sont homogènes et dépourvues de noyaux. — Dans la *tunique à fibres annulaires* des grosses artères, apparaît un élément nouveau : ce sont des *lames ou membranes élastiques*, qui, sauf la direction *transversale* de leurs fibres, ressemblent parfaitement à la membrane élastique interne des petites artères, et qui se montrent tantôt sous la forme de réseaux serrés de grosses fibres élastiques, tantôt sous celle de membranes fenêtrées à fibres peu marquées. Ces membranes ont de 2,2 à 2,6 μ d'épaisseur, et leur nombre peut s'élever à 50 et 60; distantes de 6,7 à 18 μ les unes des autres, elles alternent régulièrement avec des couches transversales de fibres musculaires lisses, traversées par du tissu conjonctif et par des réseaux de fibres élastiques de moyenne grosseur. Mais il ne serait pas exact de les représenter comme des tubes régulièrement emboîtés, et séparés par des fibres musculaires; car elles se continuent plus ou moins les unes avec les autres et avec les réseaux qui traversent les couches musculaires. D'un autre côté, il n'est pas rare de les voir interrompues par places, ou remplacées par des réseaux élastiques ordinaires. C'est dans l'aorte abdominale, le tronc innominé, la carotide primitive et dans les plus petites artères de ce groupe que ces lames élastiques présentent le plus de netteté et de régularité; mais il y a, sous ce rapport, de grandes variétés individuelles : ce n'est donc qu'en se fondant sur des observations très-nombreuses qu'il sera permis d'établir des propositions générales. Un autre caractère distinctif de la tunique moyenne, c'est le peu de développement de ses éléments musculaires. On trouve, à la vérité, des fibres-cellules



FIG. 421.

FIG. 421. — Fibres-cellules musculaires des couches internes de l'artère axillaire de l'homme. Grossissement de 350 diamètres. *a*, état naturel; *b*, après l'action de l'acide acétique; α, noyau des fibres.

ontractiles dans toutes les couches de la tunique moyenne, même ur les artères les plus volumineuses; mais, comparées aux autres éléments de cette tunique, aux lames élastiques, au tissu conjonctif et aux éseaux de fibres élastiques fines, ces fibres-cellules ne forment qu'une ortion insignifiante de la membrane ($\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$); et, d'ailleurs, elles sont si eu développées qu'il paraît douteux qu'elles possèdent un degré notable e contractilité. En effet, sur l'aorte et sur le tronc de l'artère pulmoaire, on rencontre, dans les couches internes de la tunique moyenne, des bres-cellules aplaties, assez analogues à certaines cellules épithéliales, ont la longueur ne dépasse pas 22 μ, et qui ont, chacune, de 9 à 13 μ de rgeur; elles sont, en outre, irrégulières de forme, rectangulaires, fusiormes ou en massue, mais renferment toujours le noyau habituel en bâonnet. Les fibres-cellules des couches extérieures sont plus étroites et tteignent jusqu'à 45 μ de longueur; elles ressemblent davantage aux véitables éléments musculaires lisses des autres organes, mais conservent éanmoins une certaine rigidité et un aspect spécial. Dans les artères arotides, sous-clavière, axillaire, iliaque, les éléments contractiles sont éjà plus développés : aussi leur tunique moyenne présente-t-elle une coration rougeâtre, et non cette teinte jaune qu'on observe dans celle des rtères les plus grosses. — La *tunique externe* des grosses artères est plus ince en somme et relativement aux autres couches, que celle des peites artères; elle n'a que 45 à 90 μ d'épaisseur. Sa texture générale est la ême que dans les artères que nous venons de décrire; sa couche élasique interne, cependant, est beaucoup moins développée et se distingue ifficilement de la tunique moyenne, à cause des gros éléments élastiques ue renferme cette dernière.

La tunique interne de certaines artères renferme des *éléments musculaires*, ainsi ue je l'ai constaté sur les artères axillaire et poplitée de l'homme, et comme Remak a démontré plus tard pour les artères mésentériques des mammifères. Très-souent, chez l'homme, cette tunique est très-épaisse dans les grosses artères; on observe lors particulièrement une augmentation considérable dans le nombre des lames triées. — Les fibres musculaires de la tunique moyenne ne font complétement déut sur aucune artère; cependant elles cessent de se montrer dans les artères de la étine, sur des rameaux qui ont moins de 45 μ de diamètre. — La tunique externe es grosses artères contient des fibres musculaires chez les animaux, mais non chez homme, si l'on ne veut pas placer ici les artères du hile de l'ovaire. Suivant . Lister (*Trans. of the R. Soc. of Edinburgh*, 1857, et *Quart. Journ. of micr. sc.*, Oct., 857, p. 8), les éléments contractiles des plus petites artères de la membrane nataoire de la grenouille ont une longueur de 120 à 150 μ et décrivent un tour et demi deux tours de spire autour de la tunique interne, et ces fibres, disposées en couche imple, forment toute la tunique musculeuse. Les noyaux des cellules musculaires es petites artères présentent souvent, d'après H. Müller, une certaine régularité et ont disposés les uns derrière les autres, en une seule série, ou sur deux séries lternes, ou suivant une ligne spirale. — Dans les parois des artères ciliaires, H. Müller rencontré assez souvent des particules analogues à des cellules de cartilage (*Würzb. Verh.*, X, p. 183). — La texture des artères a fait l'objet d'un travail étendu de Gimbert l. c.). Au sujet de nombreuses mensurations auxquelles s'est livré cet auteur, il st à remarquer, d'une part, qu'elles ont été faites sur des pièces traitées par

l'acide acétique (p. 537), et que, dès lors, elles ne peuvent guère servir, et d'autre part, qu'elles ne sont pas assez nombreuses pour fournir des résultats généraux. Ainsi, Gimbert avance que dans les artères du membre inférieur, la tunique interne mesure partout, jusqu'aux orteils, 50 à 70 μ, et que de même, dans celles du bras, la tunique interne a partout 300 μ. J'avais cependant trouvé (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 512) les chiffres suivants pour la tunique interne des artères du membre inférieur : iliaque primitive 157 μ ; iliaque externe 90 μ ; crurale, portion supérieure, 67 ; crurale, portion moyenne, 35 μ ; crurale profonde 22 μ ; poplitée 45 μ ; tibiale antérieure 110 μ ; tibiale postérieure 90 μ ; et pour la tunique moyenne des artères du membre supérieur : sous-clavière 287 ; humérale, portion moyenne 157 μ ; humérale, au-dessus de sa bifurcation, 220 μ ; radiale, à son origine, 135 μ ; radiale, au carpe, 90 μ ; digitale commune I, 110 μ ; collatérale du médius, 67 μ. Je pourrais, de même, en rapportant les autres chiffres trouvés par moi et ceux de Donders et Jansen, montrer quelles variétés présentent, quant à leur épaisseur, les diverses couches des artères chez des individus différents, et combien il est impossible d'établir à cet égard des principes généraux. — La *substance amorphe* que Gimbert décrit, particulièrement dans la tunique moyenne des artères, comme enveloppant les fibres-cellules et comblant les lacunes du réseau élastique, me paraît n'être que la substance conjonctive de cette tunique, dont il ne fait pas mention. — Dans la tunique moyenne de l'artère ombilicale, Gimbert a trouvé aussi des éléments musculaires *longitudinaux*. — F. Fede (*il Morgagni*, 1863) et Fasce et Abbate (*l. i. c.*) décrivent comme un fait nouveau l'existence de fibres élastiques *longitudinales* dans la tunique moyenne des grosses artères. Il est évident, cependant, que là où les fibres élastiques constituent des réseaux, beaucoup d'entre elles affectent la direction longitudinale. Toutefois, c'est la direction transversale qui prédomine.

§ 207. **Veines.** — Les veines, de même que les artères, peuvent être divisées en *petites*, *moyennes* et *grosses;* mais ici ces trois groupes sont beaucoup moins nettement délimités. Constamment les parois des veines sont plus minces que celles des artères, ce qui dépend du moindre développement et des éléments contractiles et des parties élastiques ; aussi sont-elles plus flasques et moins contractiles. La *tunique interne*, qui souvent, dans les grosses veines, n'est pas plus forte que dans les veines moyennes, est moins épaisse que celle des artères, et présente, du reste, une texture analogue. La *tunique moyenne*, en général d'un gris rougeâtre, jamais jaune, contient beaucoup plus de tissu conjonctif et moins de fibres élastiques et musculaires que dans les artères. Une autre différence capitale entre les deux ordres de vaisseaux, c'est que dans les veines, cette tunique, outre les couches de fibres transversales, contient toujours des couches à *direction longitudinale.* Elle est mince, en général, plus forte cependant, d'une manière absolue, dans les veines moyennes que dans les grosses ; c'est aussi dans les premières que le tissu musculaire prend le plus de développement. La *tunique adventice*, enfin, est ordinairement la plus considérable ; son épaisseur augmente le plus souvent avec le volume des veines. Sa texture ne diffère guère de celle de la tunique externe des artères, si ce n'est qu'en beaucoup de points, spécialement dans l'abdomen, elle présente des fibres musculaires longitudinales, souvent fort distinctes ; ce qui donne à la paroi veineuse tout entière un cachet tout spécial.

Les *veines les plus petites* (fig. 418, *b*) sont formées uniquement, pour ainsi dire, de tissu conjonctif à noyaux, vaguement fibrillaire ou homogène, et d'un épithélium. Les éléments de ce dernier sont oblongs ou sphériques, et présentent un noyau ovalaire ou arrondi. Le tissu conjonctif constitue une tunique externe relativement épaisse et, de plus, une couche plus mince qui remplace la tunique moyenne (fig. 418, *c*); dans l'une et l'autre, la direction des fibres est longitudinale. Au-dessous de 22 μ de diamètre, les veines perdent progressivement leur tissu conjonctif extérieur et leur couche moyenne, tandis que leur épithélium semble se continuer avec la membrane amorphe des capillaires. La *couche musculeuse* et, d'une manière générale, la couche à fibres circulaires, n'apparaissent que sur des veines de 45 μ de diamètre, sous la forme de cellules oblongues, à grand diamètre transversal, avec un noyau transversal ovalaire, très-court, souvent même presque sphérique. Ces cellules, placées d'abord à d'assez grands intervalles, deviennent graduellement plus nombreuses et plus longues, et forment enfin, sur des vaisseaux de 130 à 190 μ, une couche continue (fig. 416, β), qui, à la vérité, est toujours moins développée que celle des artères correspondantes. Telle est la structure des veines jusqu'à celles d'un diamètre de 220 μ; puis on voit apparaître peu à peu des réseaux élastiques, fins d'abord, en dehors de l'épithélium, dans la couche musculeuse et dans la tunique adventice, en même temps que les stratifications de fibres musculaires augmentent de nombre et reçoivent elles-mêmes du tissu conjonctif et des fibres élastiques fines entre leurs éléments.

Les *veines d'un diamètre moyen* de 2 à 9 millimètres, comme les veines cutanées et les veines profondes des membres, jusqu'aux veines brachiale et poplitée, les veines de l'intestin et de la tête, à l'exception des troncs principaux, se distinguent, celles du membre inférieur particulièrement, par le développement assez considérable de leur tunique à fibres circulaires. Cette tunique est d'un jaune rougeâtre et striée en travers, comme dans les artères; mais là même où elle atteint sa plus grande épaisseur, elle est loin d'égaler celle des artères correspondantes, et ne dépasse pas 136 à 158 μ. Contrairement à ce qui se voit sur les artères, elle se compose, non-seulement de *couches transversales*, mais encore de *couches longitudinales*. Les premières sont formées de *tissu conjonctif* ordinaire, onduleux, traversé par des fibres élastiques fines et frisées (fibres de noyaux des auteurs), et de *fibres musculaires lisses* en grande quantité, dont les éléments fusiformes,

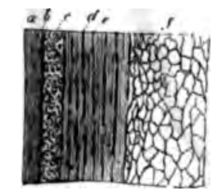


Fig. 422.

Fig. 422. — Section transversale de la veine saphène interne, au niveau de la malléole. Grossissement de 50 diamètres. *a*, lames striées et épithélium de la tunique interne; *b*, membrane élastique de cette tunique; *c*, couche interne de tissu conjonctif de la tunique moyenne, avec fibres élastiques; *d*, fibres musculaires transversales; *e*, réseaux élastiques longitudinaux, disposés par couches alternatives; *f*, tunique externe.

longs de 45 à 90 μ, larges de 9 à 15 μ, présentent tous les caractères des fibres-cellules ordinaires. Les couches longitudinales sont constituées par de véritables ***fibres élastiques*** grosses ou très-grosses, réunies en forme de réseau. Voici quelle est la disposition respective de ces tissus. Dans certaines veines (poplitée, fémorale profonde, saphène interne et externe), on trouve, à la face externe de la tunique interne, une couche de 22 à 90 μ d'épaisseur, formée exclusivement de tissu conjonctif et de réseaux élastiques fins, à fibres longitudinales : c'est la *couche longitudinale* de la tunique moyenne. Dans les autres veines, les éléments musculaires s'étendent même dans les couches internes ; on voit alors, immédiatement en dehors de la tunique interne, une ***couche transversale***, composée de fibres musculaires, de tissu conjonctif et de fibrilles élastiques, trois éléments qui, dans ces veines, marchent toujours de front ; puis se succèdent régulièrement et alternativement des membranes réticulées longitudinales, toujours en couche simple, et des fibres musculaires transversales, mêlées de tissu conjonctif : c'est ce qui donne à la tunique moyenne de ces veines un aspect stratifié, rappelant en quelque sorte celle des gros troncs artériels. Il est à remarquer, cependant, que les membranes réticulées élastiques, bien que très-serrées dans beaucoup de cas, ne se transforment cependant jamais en membranes élastiques homogènes ; que, de plus, elles sont interrompues çà et là et se continuent toujours les unes avec les autres à travers toute l'épaisseur de la tunique moyenne, comme le montrent les coupes transversales. Le nombre de ces lames élastiques varie entre cinq et dix ; les intervalles qui les séparent sont de 3 à 22 μ. — La ***tunique interne*** des veines d'un calibre moyen a 22 à 90 μ : dans les points où elle est le plus mince, elle n'est composée que d'une couche épithéliale à cellules allongées, d'une *lame striée à noyaux*, et d'une ***membrane élastique longitudinale***. Cette dernière correspond à la membrane élastique interne des artères, mais ne forme presque jamais une vraie membrane fenêtrée ; le plus souvent, c'est un réseau élastique extrêmement serré, à fibres fines ou grosses. Quand la tunique interne devient plus épaisse, les lames striées se multiplient, et

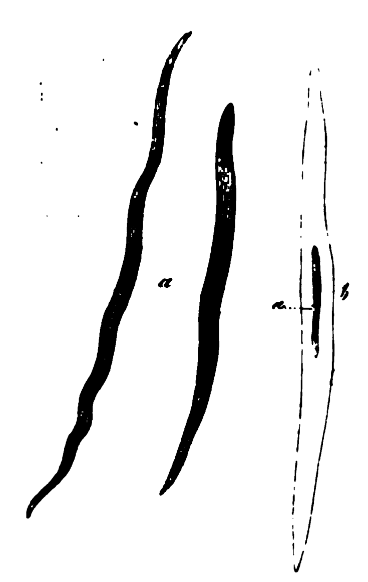


FIG. 423.

FIG. 423. — Fibres-cellules musculaires de la veine rénale de l'homme. *a*, état naturel ; *b*, après l'action de l'acide acétique ; α, noyau des fibres-cellules. Grossissement de 350 diamètres.

surtout il s'y joint un ou plusieurs réseaux élastiques de fibres fines, qui la séparent de la membrane élastique mentionnée précédemment. J'ai rencontré aussi des *fibres musculaires lisses* dans la tunique interne des veines de l'utérus gravide, de la saphène interne et de la poplitée, et Remak a fait la même observation sur les veines intestinales de quelques mammifères. — La *tunique externe* de ces veines est presque toujours plus développée que la tunique moyenne; souvent elle est deux fois plus épaisse, rarement d'égale épaisseur. En général, elle ne contient que du tissu conjonctif ordinaire et des membranes réticulées élastiques, à direction longitudinale, souvent unies entre elles et présentant des fibres très-fortes. Mais les veines viscérales dont les troncs renferment des fibres musculaires longitudinales dans leur tunique externe, en présentent également dans leurs branches, sur une certaine étendue (voy. plus bas).

Les *veines les plus volumineuses* se distinguent des veines moyennes principalement par le faible développement de leur tunique moyenne, des fibres musculaires de cette tunique, en particulier; comme compensation, il y a fréquemment des éléments contractiles dans la tunique externe. La tunique interne comporte généralement 22 μ d'épaisseur; elle a alors la même structure que dans les veines moyennes. Plus rarement son épaisseur s'élève jusqu'à 45 et 68 μ, comme en certains points de la veine

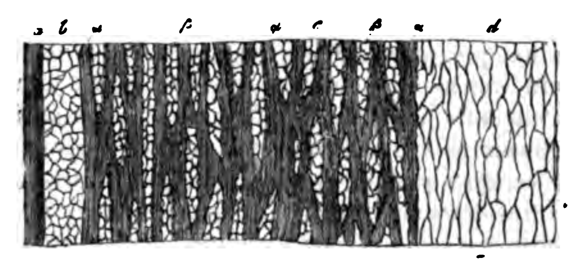


Fig. 424.

cave inférieure, sur les troncs des veines sus-hépatiques, les troncs brachio-céphaliques; cette augmentation est due à l'addition de lames striées à noyaux et de fins réseaux élastiques longitudinaux, et non à une addition de fibres musculaires. La *tunique moyenne* a, en moyenne, 45 à 90 μ d'épaisseur. Exceptionnellement, cependant, elle peut acquérir une épaisseur de 130 à 270 μ; ce dernier fait s'observe à l'origine de la veine porte, sur la portion supérieure de la veine cave abdominale, aux embouchures des veines sus-hépatiques. D'autres fois, comme dans la plus grande partie de la veine cave, près du foie, et sur le trajet ultérieur des

Fig. 424. — Section longitudinale de la veine cave inférieure au niveau du foie, à un grossissement de 30 diamètres. — *a*, tunique interne; *b*, tunique moyenne, dépourvue de fibres musculaires et ne contenant que du tissu conjonctif et des fibres élastiques; *c*, couche interne de la tunique externe; *α*, fibres musculaires longitudinales de cette couche; *β*, tissu conjonctif à direction transversale; *d*, portion superficielle de la tunique externe, privée de fibres musculaires.

transversaux, qui, il est vrai, ne sont pas des fibres musculaires. Toutes les veines volumineuses qui s'ouvrent dans le cœur sont revêtues à leur face externe, dans une petite étendue, d'une couche de *fibres musculaires striées*, disposées en anneaux; ces fibres, analogues à celles du cœur, s'anastomosent entre elles, comme dans cet organe. Suivant Räuschel, elles s'étendraient sur le tronc de la veine cave supérieure jusqu'à la sous-clavière, et se rencontreraient également sur les branches principales des veines pulmonaires. Schrant prétend que sur la sous-clavière elles occupent la portion interne de la paroi du vaisseau, en affectant une direction longitudinale.

Nous devons une mention spéciale aux veines dont la *musculature* présente *un développement exagéré*, et à celles où elle *manque complètement*. Aux premières appartiennent les *veines de l'utérus gravide*, sur lesquelles les fibres musculaires se montrent non-seulement dans la tunique moyenne, mais encore dans les tuniques interne et externe : dans cette dernière, elles ont une direction longitudinale. C'est aussi sur ces veines que les fibres-cellules acquièrent, au cinquième et au sixième mois, les mêmes dimensions colossales que dans l'utérus lui-même. Sont privées de fibres musculaires : 1° les *veines de la portion maternelle du placenta*, dont les parois présentent, en dehors de l'épithélium, de grosses cellules allongées et des fibres que je considère comme du tissu conjonctif embryonnaire; 2° la *plupart des veines de la substance cérébrale et de la pie-mère*. Ces dernières sont formées d'une simple couche de cellules épithéliales arrondies, d'une couche mince de tissu conjonctif longitudinal à noyaux, laquelle remplace la tunique moyenne, et d'une tunique externe, homogène sur les petites veines, fibrillaire et à noyaux sur les veines d'un certain calibre; très-rarement on trouve dans la tunique moyenne des plus considérables de ces veines un faible indice de fibres musculaires, comme le montre la figure 416; 3° les *sinus de la dure-mère* et les *veines* osseuses de Breschet, lesquels présentent, de dedans en dehors, un épithélium pavimenteux, puis une couche de tissu conjonctif, traversée parfois par des fibres élastiques, et qui se continue sans limite distincte avec le tissu de la dure-mère et du périoste interne; 4° les *espaces veineux des corps caverneux* (voyez § 193) et de la *rate* de certains mammifères (voyez § 165); 5° les *veines de la rétine*. — Les *valvules des veines* sont formées principalement de tissu conjonctif dont les faisceaux, très-distincts, sont parallèles au bord libre de la valvule et renferment une foule de corpuscules conjonctifs allongés, ainsi que des fibres élastiques onduleuses, en général fines, souvent d'un certain volume. A leur surface, on trouve ou bien seulement un épithélium à courtes cellules, ou bien ce même épithélium reposant sur un réseau élastique très-fin, dont les mailles sont en général longitudinales. On peut donc considérer les valvules comme formées par un prolongement de la tunique interne et de la tunique moyenne des veines, bien que, d'après mes observations, elles soient dépourvues de fibres musculaires. Je dois dire, cependant, que Wahlgren prétend avoir vu des

fibres musculaires dans les grosses valvules, tandis que Remak ne parle que de fibres musculaires trouvées par lui dans la paroi veineuse dilatée au niveau de la valvule, où les deux autres tuniques seraient très-minces, d'après lui.

§ 208. **Vaisseaux capillaires.** — Si l'on excepte le placenta utérin et les corps caverneux des organes génitaux, et peut-être la rate, on peut établir comme règle générale que partout, chez l'homme, les artères et les veines communiquent ensemble par l'intermédiaire de réseaux formés de vaisseaux excessivement fins, qui, en raison de leur étroitesse, ont été désignés sous le nom de *vaisseaux capillaires*. Ces vaisseaux semblent consister partout en une simple membrane amorphe, parsemée de noyaux de cellules, et ce caractère peut servir parfaitement à les distinguer des vaisseaux plus volumineux; mais du côté des artères, comme du côté des veines, la transition entre les deux ordres de canaux se fait insensiblement, de sorte que, sur certains points déterminés du trajet d'un vaisseau, il serait impossible de retrouver les caractères précis de l'une ou de l'autre division qu'on a l'habitude d'admettre en histologie. Suivant qu'ils sont situés du côté des artères ou du côté des veines, ces vaisseaux, qu'on range dans la classe des capillaires, doivent être considérés comme des *vaisseaux de transition artériels ou veineux*.



FIG. 425.

Relativement aux *vrais capillaires*, on croyait généralement, jusqu'à ces derniers temps, qu'ils sont formés d'une pellicule amorphe et continue, renfermant des noyaux oblongs dans son épaisseur; et, en effet, c'est sous cet aspect que se présentent ces vaisseaux avant toute addition de réactifs, ou après l'action des réactifs ordinaires (fig. 425). Mais il résulte d'une découverte importante de Hoyer, confirmée et étendue par les recherches approfondies de Auerbach, Eberth et Aeby, que cette manière d'envisager

FIG. 425. — Vaisseaux les plus fins, du côté des artères. 1, artériole; 2, vaisseau de transition; 3, gros capillaires; 4, capillaires plus fins. *a*, membrane amorphe avec quelques noyaux, représentant la tunique externe; *b*, noyaux des fibres-cellules musculaires; *c*, noyaux de la face interne de l'artériole, appartenant peut-être déjà à un épithélium; *d*, noyaux des capillaires des vaisseaux de transition. — Pris sur le cerveau de l'homme. Grossissement de 300 diamètres.

les capillaires était complétement fausse, et que ces vaisseaux consistent exclusivement en une même membrane mince, de nature épithéliale. En effet, si l'on traite les capillaires par une solution étendue de nitrate d'argent à $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ pour 100, ce qu'on peut faire très-bien en y injectant ce liquide mêlé à de la gélatine, on voit apparaître, comme cela avait déjà été démontré précédemment par v. Recklinghausen pour les plus petits espaces lymphatiques, les contours des cellules dessinés par des précipités d'argent, cellules dont chacune renferme un des noyaux de la paroi capillaire. Ces cellules peuvent aussi être isolées par la macération dans la potasse caustique (Aeby, Eberth) et se continuent directement, ainsi qu'on peut s'en assurer facilement sur des vaisseaux injectés avec le sel d'argent, avec les prétendus épithéliums des artères et des veines. Il s'ensuit que la paroi des capillaires doit être rangée dans la catégorie des *faux épithéliums*, ou des membranes de cellules formées de substance conjonctive simple, de même que la membrane interne des gros vaisseaux, et que la cavité du capillaire représente un espace intercellulaire, et non une cavité intracellulaire, comme on le croyait jusqu'alors.

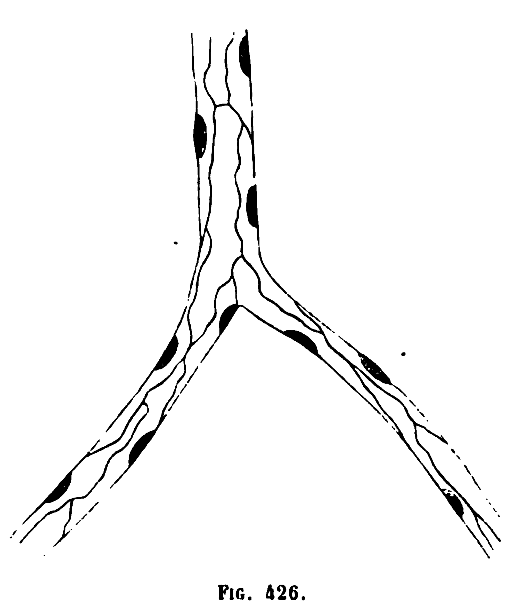


FIG. 426.

La composition cellulaire des parois des capillaires étant ainsi démontrée, il s'agit maintenant de déterminer exactement les caractères de ces cellules. Mais, à ce point de vue, les recherches laissent encore à désirer. Il n'y a guère que la forme des cellules qui ait été étudiée avec quelque soin, bien que d'une manière insuffisante : ce sont des éléments aplatis, généralement fusiformes, dont les contours sont tantôt assez rectilignes, et tantôt onduleux ou dentelés, quelquefois même tellement irréguliers qu'il est impossible de les décrire exactement. Dans les capillaires les plus fins, mesurant 4, 5 à 6 ou 7 μ de diamètre, les cellules, simplement fusiformes, étroites, souvent assez longues et enroulées en gouttière à la manière d'une plume métallique terminée en pointe à ses deux extrémités, forment le vaisseau deux à deux et en alternant; dans les vaisseaux plus volu-

FIG. 426. — Capillaires de la queue d'un têtard un peu avancé en développement, dont les cellules, présentant presque toutes un noyau visible, ont été rendues apparentes au moyen du nitrate d'argent. Grossissement de 350 diamètres.

mineux de cette espèce, dont le diamètre comporte 8 à 13 μ, les cellules sont disposées 3 à 3 ou 4 à 4 autour de la lumière; elles sont plus courtes et plus larges, et peuvent même ressembler à un épithélium pavimenteux ordinaire, comme Eberth l'a observé dans la crête du coq, dans la membrane chorio-capillaire de l'œil, chez les mammifères, dans l'hyaloïde de la grenouille et du têtard. Généralement, cependant, les cellules courtes et larges ont des contours très-irréguliers et dentelés.

Il serait très-important de connaître exactement la constitution physique des cellules des vaisseaux capillaires, en d'autres termes, de savoir si ces cellules représentent simplement des cellules pariétales indifférentes, ou si elles sont, en outre, le siége d'un échange spécial de matériaux ou d'autres fonctions physiologiques. Autrefois, quand on considérait la paroi du capillaire comme formée de membranes de cellules fusionnées, on se les figurait, à la vérité, perméables aux liquides, mais cependant assez denses et élastiques, et on les comparait, au point de vue chimique, aux anciennes membranes de cellules et au sarcolemme des fibres musculaires striées. Mais, aujourd'hui, on doit se demander si peut-être elles ne doivent pas être mises au rang des cellules à protoplasme, comme Stricker a cherché à le prouver dans un remarquable travail (*Wiener Sitzungsber.*, t. LII), bien qu'il considère les vaisseaux capillaires comme des espaces intra-cellulaires. Stricker croit avoir démontré que les parois capillaires des têtards jouissent d'une contractilité qui se manifeste par des rétrécissements et des élargissements successifs, par la formation et la disparition de prolongements externes, et il pense être autorisé à attribuer la même propriété aux capillaires des animaux complétement développés; en quoi il se fonde particulièrement sur la possibilité d'une formation de vaisseaux nouveaux, dont les capillaires peuvent être le point de départ, même chez les animaux développés. Cette assertion mérite certainement d'être examinée avec soin; je dois reconnaître toutefois que je ne puis signaler un seul fait qui démontre que les cellules des capillaires contiennent du protoplasme ou en sont formées exclusivement. D'ailleurs, les réactions chimiques connues, et surtout la résistance considérable qu'elles opposent aux alcalis caustiques, semblent peu favorables à cette manière de voir. Par contre, il faut reconnaître que les cellules des capillaires, même chez les animaux parfaits, présentent, dans certaines circonstances, divers phénomènes nutritifs (noyaux en voie de scission, Eberth; phénomènes d'accroissement et formation de bourgeons, etc.), et possèdent une paroi beaucoup plus délicate que ne semblent l'avoir pensé la plupart des investigateurs. C'est ce qui résulte notamment des observations remarquables de Stricker sur le passage des corpuscules sanguins à travers les parois capillaires, chez les têtards (*l. c.*), observations qu'il a répétées cette année sur la membrane natatoire des grenouilles adultes, et dont j'ai été témoin moi-même dans son laboratoire.

Les capillaires, en s'anastomosant entre eux, forment des *réseaux capil-*

laires (*retia capillaria*). Nous avons indiqué, à propos des divers organes, ce que chaque réseau capillaire présente de spécial; nous ne voulons donner ici qu'une description succincte de ces réseaux, envisagés d'une manière générale. La forme des réseaux capillaires, sauf quelques variétés insignifiantes, est constamment la même pour un organe déterminé, elle est en quelque sorte caractéristique; cette forme est subordonnée à la disposition des parties élémentaires de l'organe et à l'activité de ses fonctions. Quant à la première condition, il y a, dans une foule d'organes, des *unités histologiques* dans lesquelles ne pénètrent jamais de vaisseaux : tels sont les fibres musculaires striées, les faisceaux de tissu conjonctif, les tubes nerveux, les cellules de toute espèce, les vésicules glandulaires. Suivant leur forme, ces éléments tracent aux capillaires des voies parfaitement déterminées, et nécessitent tantôt des mailles allongées, tantôt des réseaux arrondis plus ou moins lâches. La fonction physiologique est une condition encore plus importante, et c'est une loi générale que plus est grande l'activité d'un organe, soit qu'elle se rapporte à des contractions ou à des sensations, soit qu'elle ait trait à des sécrétions ou à des absorptions, plus est serré le réseau capillaire qui alimente cet organe et plus est abondante la quantité de sang qui l'abreuve. Les réseaux les plus étroits sont ceux qui se rencontrent dans les organes sécréteurs ou absorbants, tels que les glandes, surtout le poumon, le foie et les reins, puis les membranes et les muqueuses. Dans les organes qui ne reçoivent de sang que pour leur nutrition, les réseaux capillaires sont beaucoup plus lâches : tels sont les muscles, les nerfs, les organes des sens, les membranes séreuses et les tendons. Il y a cependant, sous ce rapport, de grandes différences : c'est ainsi que les muscles et la substance nerveuse grise, par exemple, reçoivent de nombreux vaisseaux sanguins, comparativement aux autres organes de cette catégorie. Quant au diamètre des capillaires, il est presque en rapport inverse avec leur nombre; les vaisseaux les plus fins (4,5 à 6,7 μ de diamètre) et dont les parois sont le plus minces, se rencontrent dans les nerfs, les muscles, la rétine, les follicules de Peyer; dans la peau et dans les muqueuses, ils ont 6,7 à 11 μ; dans les glandes et les os, 9 à 15 μ; ils atteignent même 18 à 22 dans la substance compacte des os, où, il est vrai, leur structure s'éloigne un peu de celle des véritables capillaires. Jusqu'ici la physiologie n'est point parvenue à expliquer toutes ces particularités, puisque nous ignorons encore les lois de la diffusion à travers les diverses membranes capillaires, ainsi que les légères nuances qui différencient la circulation sanguine des organes en particulier.

La manière dont les capillaires se continuent avec les vaisseaux plus volumineux était difficile à comprendre autrefois. Maintenant que nous savons que la membrane de cellules des capillaires se continue directement avec l'épithélium des vaisseaux plus gros, la question est bien simplifiée. Ce qui s'ajoute d'abord à la membrane de cellules des capillaires, c'est une pellicule anhiste (fig. 425 a; Eberth, 1re sect., pl. II, fig. 1;

Chrzonszczewsky, *l. i. c.*, pl. V, fig. 2), dans laquelle je ne vois plus, comme autrefois une tunique externe, mais bien la première trace de la tunique élastique interne, que l'on peut considérer parfaitement comme un produit d'exsudation des cellules, analogue à la membrane propre des canalicules urinaires, par exemple. A la face externe de ces vaisseaux se dépose ensuite, suivant les circonstances, soit du tissu conjonctif seulement, soit des cellules musculaires et du tissu conjonctif, et c'est ainsi que les capillaires deviennent des artères ou des veines.

La découverte de la structure des vaisseaux capillaires est une des plus importantes qu'on ait faites de nos jours; l'historique de cette découverte mérite d'être retracée avec soin. Hoyer fut le premier qui, dans un mémoire daté du 18 janvier 1865, mais qui ne parut qu'au mois de mai (*Arch. f. Anat.*, 1865, p. 244), suivit jusque dans les capillaires l'épithélium des artères de la grenouille, rendu apparent au moyen du nitrate d'argent. Dans ces capillaires, les lignes noires délicates figurant les limites des cellules seraient très-rares, d'après Hoyer, attendu qu'une seule cellule serait suffisante pour revêtir une grande portion de la paroi vasculaire. Il pense que les noyaux des capillaires ont leur siége dans l'intérieur des cellules, qui recouvriraient la surface du vaisseau, et auraient avec la paroi du capillaire les mêmes connexions que les cellules des corpuscules de Pacini avec leurs capsules; mais des preuves plus convaincantes seraient nécessaires pour faire admettre cette hypothèse. — Après Hoyer, il faut signaler une courte notice de Klebs (*Virch. Arch.*, 1865, p. 172) sur les cellules des capillaires, qu'il dit appliquées contre la surface extérieure de la paroi capillaire. Puis vinrent simultanément, et indépendamment les unes des autres, les communications approfondies de Auerbach, Eberth et Aeby, qui ont eu la gloire de conduire ces recherches à maturité. Ce n'est pas à dire pour cela que l'étude de la structure des capillaires soit aujourd'hui terminée; je désire, à cet égard, attirer l'attention sur les points suivants :

En premier lieu, ce que nous savons du développement des capillaires semble indiquer que leur lumière résulte de la fusion qui s'opère entre les cavités des cellules ; toutefois, on peut aussi interpréter les faits d'embryogénie dans le sens de la nouvelle doctrine, comme nous l'exposons plus loin.

En second lieu, on n'a pas encore suffisamment recherché à quel degré les capillaires, outre la membrane de cellules, possèdent une membrane amorphe extérieure, et il serait possible que celle-ci fût plus commune que His et Chrzonszczewsky ne semblent disposés à l'admettre. Dans ce cas, les cellules des capillaires pourraient aussi se montrer, comme His croit l'avoir vu, sous la forme d'éléments anastomosés à la face interne de la membrane amorphe. A cet égard, il est à remarquer cependant que dans un très-grand nombre de cas, ces cellules se présentent certainement telles que les ont décrites les premiers observateurs, c'est-à-dire à l'état d'éléments aplatis et unis entre eux. De cette membrane amorphe des capillaires, il faut bien distinguer les enveloppes conjonctives que Henle décrit sur les capillaires des follicules glandulaires (*Jahresb.* de 1859, p. 84), et que His considère comme existant d'une manière générale (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. X, p. 339), opinion qui me paraît exagérée.

La *longueur* des cellules qui constituent la paroi capillaire est extrêmement variable; suivant Eberth, elle est de 75 à 175 μ dans les cellules allongées, et de 5-8 μ seulement dans les cellules polygonales. Sur *les capillaires de la bouche et du pharynx de la grenouille*, jusque vers l'estomac, on trouve, d'après Langer, un grand nombre de *diverticules* singuliers, dont l'existence est facile à constater et que, parmi nos prédécesseurs, Henle seul a figurés, sans les décrire, du reste (*Phil. Trans.*, 1863, t. CLIII, pl. 40, fig. 47).

Outre les capillaires les plus fins, qui laissent néanmoins passer les globules sanguins, très-élastiques, comme on sait, les auteurs ont parlé d'un ordre spécial de vaisseaux, les *vaisseaux séreux*, lesquels n'admettraient plus que la portion séreuse du sang; cette hypothèse est aujourd'hui généralement abandonnée. Hyrtl, cependant, croit encore à la nécessité de semblables vaisseaux dans la cornée, attendu, dit-il, que les vaisseaux de cette membrane, arrivés à sa circonférence, se dérobent à la vue sans se continuer avec les veines, et sont trop étroits, d'ailleurs, pour livrer passage à des globules sanguins; car, chez l'homme, ils ont 2 μ, quand ils sont injectés. Hyrtl est d'avis que ces vaisseaux se transforment plus loin en vaisseaux séreux, et qu'ils se continuent peut-être avec des lymphatiques non encore décrits. Brücke et Gerlach font remarquer, au contraire, que les vaisseaux de la cornée se terminent par de véritables anses; d'où il suit que l'opinion de Hyrtl repose sur des injections incomplètes. Je puis affirmer, cependant, qu'il existe réellement dans la cornée quelque chose qui répond aux vaisseaux séreux des auteurs; car, chez le chien, j'ai vu partir, des anses vasculaires de la périphérie de la cornée, des filaments très-fins qui se dirigeaient vers le centre de la membrane, en s'anastomosant fréquemment entre eux et en s'élargissant un peu aux points d'union, pour constituer un véritable réseau. Ces filaments étaient-ils creux et communiquaient-ils directement avec la cavité des vrais capillaires? c'est ce qu'il m'a été impossible de décider. Aussi n'oserais-je point affirmer que ce sont là des parties creuses du système vasculaire. Mais je n'hésite nullement à les ranger dans ce système, car, dans le cas même où ils seraient dépourvus de lumière, il ne serait guère possible de les considérer autrement que comme un reste du réseau capillaire qui, chez le nouveau-né, couvre presque toute la cornée, en d'autres termes, comme des capillaires oblitérés. — S'il était démontré que ces éléments de la cornée ne sont pas des vaisseaux séreux, il ne resterait, à ma connaissance, aucune région, chez l'adulte, où existent de tels vaisseaux. Pendant le développement des capillaires, au contraire, les vaisseaux séreux représentent une forme transitoire qui s'observe partout (voy. plus bas); on pourrait donc admettre que plus tard on les rencontre encore çà et là isolément, ou peut-être même en grandes quantités, de même qu'on voit dans les nerfs les dernières ramifications conserver souvent le caractère embryonnaire. Les filaments garnis de noyaux et en continuité avec les capillaires que Henle a décrits autrefois dans l'encéphale du veau, filaments qui étaient peut-être des vaisseaux séreux et dont, il n'y a pas longtemps, Luschka a décrit les analogues dans l'épendyme, ont été reconnus par Welcker pour des capillaires ordinaires allongés artificiellement; Henle partage cette opinion.

La tunique adventice fine et homogène qui a été décrite pour la première fois par Bruch (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. II, p. 210) et ensuite par moi (*Mikr. Anat.*, t. II, 1, p. 500; 2, p. 513) dans les artères du cerveau, jusqu'aux capillaires, se rencontre aussi sur de véritables capillaires; mais elle ne doit pas être confondue avec l'enveloppe de ces vaisseaux décrite plus haut; elle marque la limite d'un espace lymphatique périvasculaire (voy. p. 314).

SECTION III.

DES VAISSEAUX LYMPHATIQUES.

§ 209. **Vaisseaux lymphatiques.** — Abstraction faite de leur contenu, les vaisseaux lymphatiques ressemblent si bien aux veines qu'il suffira de peu de mots pour les caractériser.

Les *lymphatiques les plus fins,* partout où ils ont pu être examinés avec soin, représentent des tubes clos, à paroi très-mince, dont la structure est

essentiellement la même que celle des plus fins vaisseaux sanguins, et qu'on peut, pour ce motif, désigner sous le nom de *capillaires lymphatiques*. Les premiers de ces capillaires qu'on ait reconnus d'une manière certaine, sont ceux qu'en 1846 j'ai trouvés dans la queue des larves de batraciens (*Annales des sciences natur.*), où leur structure est exactement celle des capillaires sanguins. En effet, ces *capillaires lymphatiques*, qui, à partir du tronc caudal supérieur et du tronc caudal inférieur, forment d'élégantes arborisations dans les bords transparents de la queue des têtards, ne présentent, ainsi que leurs troncs, qu'une seule membrane amorphe, très-mince, avec des noyaux appliqués sur sa face interne (fig. 427); ils ne se distinguent des capillaires sanguins des mêmes êtres que par des espèces de dentelures plus ou moins longues qui partent de leur membrane, et qui leur donnent un aspect tout spécial. Ces vaisseaux, qui ont 4 à 11μ de diamètre, présentent aussi quelque chose de particulier à leur origine; ils forment, en effet, très-peu d'anastomoses, et, même sur des queues complétement développées, ils commencent presque tous par des prolongements très-fins, terminés en pointe. Quant aux deux autres observations relatives à l'origine des lymphatiques que, dans la première édition de ce manuel, je donnais encore comme certaines, des recherches ultérieures me les font regarder aujourd'hui comme douteuses. Les vaisseaux que j'avais décrits comme des lymphatiques dans la trachée de l'homme (*Anatomie microscopique*, p. 279), ne sont peut-être que des vaisseaux sanguins qui avaient subi une transformation spéciale; du moins, dans ces derniers temps, Virchow a-t-il trouvé plusieurs fois des vaisseaux sanguins de la muqueuse trachéale et intestinale métamorphosés en canaux blanchâtres, dilatés, remplis d'une substance granuleuse foncée, et paraissant présenter des extrémités en cul-de-sac. Ces observations, si elles ne sont pas directement en opposition avec les miennes, leur enlèvent cependant toute certitude. Pour ce qui est des chylifères des villosités intestinales, je crois devoir persister dans mon opinion; cependant, depuis qu'un observateur tel que Brücke a complétement nié l'existence de ces chylifères, il n'est plus

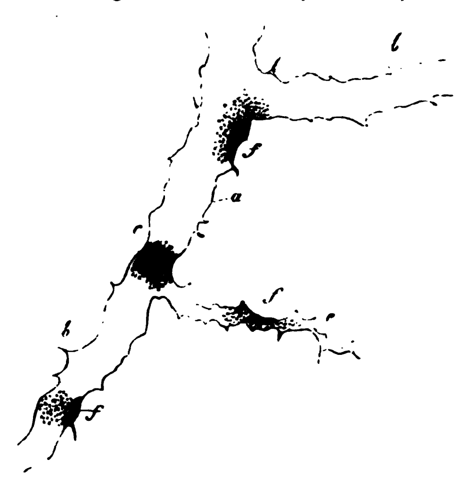


FIG. 427.

FIG. 427. — Capillaires lymphatiques de la queue d'un têtard. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, membrane du capillaire; *b*, prolongement en pointe qu'elle fournit; *c*, amas de granulations graisseuses, reste du contenu des cellules formatrices primitives; *e*, extrémité libre d'un rameau; *f*, noyaux au sein des amas de granulations graisseuses.

permis de les ranger dans la catégorie des objets parfaitement constatés. En dehors de ces régions, on ne connaît les origines des vaisseaux lymphatiques sur aucun point du corps; et si les résultats des injections sont favorables aux réseaux, comme points de départ des vaisseaux (*Anat. microsc.*, , p. 22, 23), ces réseaux n'ont jamais été examinés avec un grossissement suffisant, et d'ailleurs les injections n'ont encore fourni aucun résultat pour ce qui est des organes parenchymateux en général. J'ai considéré autrefois ces vaisseaux comme résultant d'une fusion de cellules; mais depuis qu'il a été démontré que les capillaires sanguins et les plus petits espaces lymphatiques d'autres régions sont des cavités intercellulaires et possèdent une paroi formée de cellules isolées, il est devenu vraisemblable à un haut degré que les lymphatiques en question des larves de grenouille ont une composition analogue (His). D'ailleurs, l'usage du nitrate d'argent permettra de montrer que, de même que celle des capillaires sanguins, leur paroi est formée de cellules indépendantes. Je dois avouer, cependant, que mes essais faits dans cette direction n'ont été jusqu'ici couronnés d'aucun succès, ce que j'attribue surtout à la finesse des vaisseaux lymphatiques et à la difficulté de les soumettre au réactif d'argent.

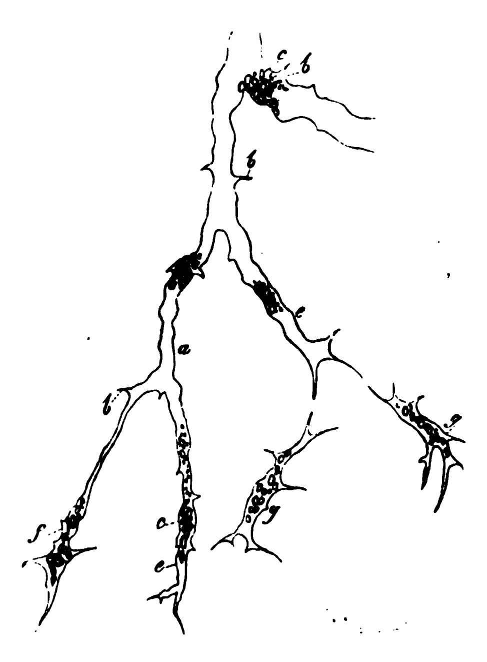


Fig. 428.

Outre cette région, il en est très-peu dans lesquelles on ait pu reconnaître les lymphatiques les plus fins sans recourir à des moyens spéciaux; c'est dans la cornée des mammifères (moi), dans les villosités intestinales (Frey, moi), le tissu sous-muqueux de l'intestin (Auerbach), la membrane nictitante de la grenouille (Strecker, Langer). Mais peu à peu on les a mis en évidence, en beaucoup de régions, au moyen d'injections, et à ce point de vue nous devons signaler comme particulièrement fécondes les recherches de Ludiwg et de ses élèves, de Frey, His, Teichmann, v. Reckling-

Fig. 428. — Capillaires lymphatiques de la queue d'un têtard. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, membrane des capillaires; *b*, prolongement qu'elle fournit; *c*, restes du contenu des cellules qui constituent ces vaisseaux, cachant leurs noyaux; *e*, extrémité en cul-de-sac des vaisseaux; *f*, extrémité dans laquelle on reconnaît encore assez bien une cellule formatrice; *g*, cellules formatrices libres en train de s'unir aux véritables vaisseaux.

hausen, Langer et autres. On reconnut ainsi que ces vaisseaux forment généralement des réseaux, offrant parfois des prolongements en cul-de-sac, que ces réseaux accompagnent ordinairement les vaisseaux sanguins, et qu'ils sont beaucoup plus nombreux et pénètrent bien plus avant qu'on ne l'avait supposé autrefois. Les détails relatifs à cette question ont été examinés à propos des divers organes. Relativement à la structure de ces origines lymphatiques, qui presque partout se distinguent par leur largeur des capillaires sanguins, qu'ils dépassent de beaucoup en certains points, on s'accorda dans le principe, conformément aux descriptions de Brücke et de Ludwig, à considérer ces lymphatiques comme des lacunes dans les tissus ou des vacuoles sans parois dans le tissu conjonctif. Mais lorsqu'en 1862, v. Recklinghausen, usant du procédé de l'argentation, eut démontré que les espaces lymphatiques en question sont tapissés d'un épithélium, il fut facile de découvrir cet épithélium dans la plupart des régions, et c'est de cette époque que date la grande révolution qui s'est opérée dans nos connaissances relativement à la structure des capillaires lymphatiques et aussi des plus petits vaisseaux sanguins.

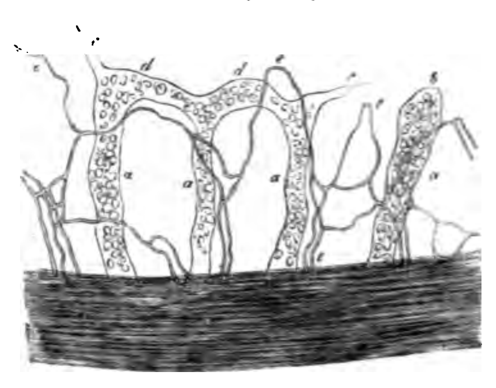


FIG. 429.

Étudiés dans leur structure intime, les capillaires lymphatiques présentent de grandes analogies avec les capillaires sanguins, mais s'en éloignent aussi par des différences notables. Avant tout, il est à remarquer que la *membrane de cellules* ou le faux épithélium y est partout *beaucoup plus délicat* que dans ces derniers. Tandis que, dans la grande majorité des organes, les capillaires sanguins sont si faciles à reconnaître, même non injectés, qu'ils peuvent aisément être isolés et présentent généralement des parois à double contour très-net, on ne distingue communément, à part les exceptions signalées plus haut, les fines voies lymphatiques que lorsqu'elles sont injectées, et leur paroi celluleuse, que lorsqu'elle a été traitée par le nitrate d'argent. Du reste, les éléments celluleux qui composent leurs parois présentent la même conformation que ceux des capillaires sanguins, si ce n'est que les contours des cellules sont moins dentelés et formés plutôt de lignes ondulées. Là aussi, on rencontre deux formes principales, les cellules fusiformes et les cellules polygonales (fig. 430); les premières appartiennent surtout aux capillaires étroits; les secondes, aux

FIG. 429. — Capillaires et lymphatiques(?) du bord de la cornée d'un jeune chat. — *aa*, troncs des vaisseaux blancs; *b*, extrémité en cul-de-sac et renflée d'un de ces vaisseaux; *c*, prolongements pointus; *d*, anses vasculaires; *e*, capillaires sanguins. Grossissement de 250 diamètres.

apillaires larges. Mais comme les canaux les plus fins du système lympha-ique ont généralement un diamètre considérable et revêtent fréquemment ı forme de sinus, ce sont les formes polygonales qui sont les plus com-aunes. — Les cellules épithéliales ont généralement 50-80-100 μ de iamètre; mais on en trouve aussi de plus grandes et de plus petites; eurs noyaux sont arrondis ou ovalaires et mesurent 8-12-14 μ.

Relativement aux origines des capillaires lymphatiques, nous devons aentionner plusieurs détails importants. Dans le travail remarquable où l démontra, le premier, l'existence d'un épithélium dans les vaisseaux ymphatiques les plus ténus, v. Recklinghausen prétend que ces vaisseaux ommuniquent avec des lacunes spéciales du tissu conjonctif, correspon-ant aux parties qui, depuis Virchow, sont désignées universellement ous le nom de corpuscules de tissu conjonctif. Mais v. Recklinghausen e considère pas ces éléments comme des cellules, mais bien comme de imples lacunes dans le tissu conjonctif, lacunes autour desquelles il n'a pu rouver une membrane spéciale, qu'il désigne sous le nom de *canalicules lasmatiques*, et dans lesquelles il place des éléments celluleux dépourvus de rolongements, qu'il appelle corpuscules de tissu conjonctif. Ces données nt été contrôlées de divers côtés, notamment par His, Ludwig et Dybkowsky, chweigger-Seidel et Langer. Mais aucun de ces nvestigateurs n'a pu trouver les dispositions an-oncées par v. Recklinghausen, et Schweigger-eidel croit même avoir montré directement com-nent v. Recklinghausen y est arrivé. Quant à moi, nes recherches ne me permettraient de me ral-ier franchement à v. Recklinghausen que dans ıne seule circonstance, c'est dans le cas où il ffirmerait qu'il existe des communications ntre les capillaires lymphatiques et les véri-ables cellules du tissu conjonctif. En effet, lans mes recherches, instituées il y a fort long-temps, sur le développement de ces capillaires lans la queue des têtards, j'ai trouvé que les xtrémités de ces vaisseaux se continuent fré-quemment avec des cellules fusiformes ou étoi-lées (fig. 428, f.), qui peuvent être très-bien considérées comme des corpuscules de tissu conjonctif, ainsi que Leydig l'a fait plus tard. Il est vrai que je n'ai point vu de sem-blables liaisons sur des capillaires lymphatiques arrivés à leur déve-loppement complet; elles pourraient, néanmoins, exister encore à une époque ultérieure; du moins est-ce dans ce sens qu'on peut in-terpréter les dispositions constatées par Chrzonszczewsky dans le péri-

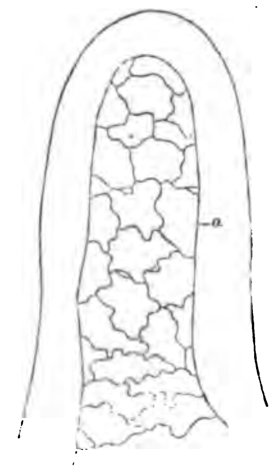


FIG. 430.

FIG. 430. — Villosité intestinale de l'iléon du veau, présentant l'épithélium du chylifère central rendu apparent par une injection de nitrate d'argent. — Dans l'épithélium, on voit quelques *lamelles intercalées* qui, certainement, ne sont pas des stigmates. Gross. 300 diam.

toine de la poule (*Virch. Arch.*, XXXV, pl. IV, fig. 2), et au sujet desquelles il m'est impossible de me prononcer catégoriquement.

En second lieu, nous devons mentionner ici les recherches étonnantes et très-importantes de v. Recklinghausen, qui démontrent pour la première fois, et par des faits irrécusables, l'exactitude d'une ancienne hypothèse de Mascagni, d'après laquelle les poches séreuses communiquent librement avec le système des vaisseaux ymphatiques. V. Recklinghausen a montré, en effet, que les *vaisseaux lymphatiques du centre tendineux du diaphragme*, chez le lapin, *s'ouvrent directement dans la cavité péritonéale*, et que ces lymphatiques, environ deux fois plus larges que les globules rouges, se laissent traverser pendant la vie et immédiatement après la mort, non-seulement par des liquides, mais encore par des particules figurées, telles que des globules du lait, des cellules sanguines, des grains de cinnabre, etc.; si bien qu'il se fait spontanément des injections de lait, de cinnabre, etc., dans ces vaisseaux, quand on injecte lesdites substances dans la cavité péritonéale de l'animal vivant, ou qu'on les porte sur la face abdominale du diaphragme d'un animal récemment mis à mort. Ces faits ont été confirmés par Ludwig et Schweigger-Seidel, quant au diaphragme du lapin; Dybkowsky, sous la direction de Ludwig, les a étendus à la plèvre du chien. Ces observateurs, en examinant avec grand soin les séreuses en question, ont pu déterminer la manière dont s'établit la communication entre les vaisseaux lymphatiques et les cavités séreuses. Ils ont constaté que les vaisseaux lymphatiques envoient vers la surface des séreuses de courts prolongements, qui s'ouvrent librement par des pores particuliers que présente l'épithélium, c'est-à-dire par des lacunes que laissent les cellules dont il se compose. Si la constitution de ces pores n'est peut-être pas encore suffisamment établie dans tous ses détails, chez les mammifères, et si les observations de Schweigger-Seidel et Dogiel, sur la

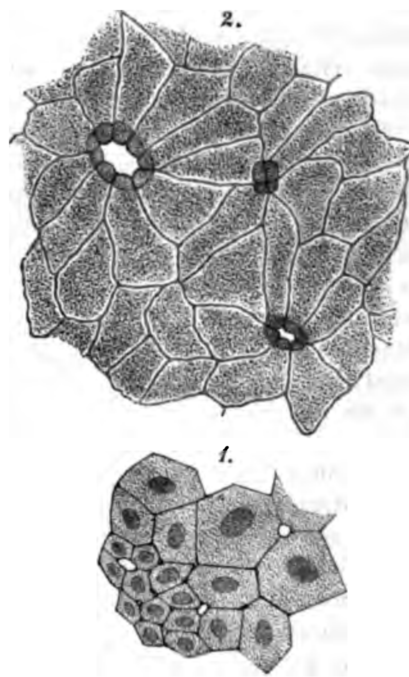


FIG. 431.

FIG. 431. — 1. Portion de l'épithélium qui recouvre la surface péritonéale du centre tendineux du lapin, avec trois vacuoles (pores) entre les cellules épithéliales. D'après Ludwig et Schweigger-Seidel. — 2. Cellules épithéliales de la face abdominale de la grande citerne lymphatique de la grenouille, avec deux pores ouverts et un fermé. — Les taches foncées qui entourent les orifices sont les noyaux des cellules. D'après Schweigger-Seidel et Dogiel.

grenouille, peuvent seules être considérées comme hors de conteste, l'ensemble des faits observés ne permet point de révoquer en doute l'existence des embouchures des vaisseaux lymphatiques à la surface de l'épithélium. V. Recklinghausen a donc enrichi la science d'un fait d'observation d'une haute importance. Il a aussi cherché à en tirer des déductions physiologiques, en admettant que les liquides que, selon lui, les poches séreuses contiennent toujours en certaine proportion, sont continuellement absorbés par les lymphatiques. Or, comme ces liquides, d'après v. Recklinghausen, contiennent toujours des cellules analogues aux corpuscules lymphatiques, lesquelles, d'après les faits observés, peuvent également passer dans les vaisseaux, *il y aurait donc là une nouvelle source d'origine pour les cellules incolores du sang*. Quant à l'origine des cellules contenues dans les liquides des séreuses, v. Recklinghausen pense qu'elles peuvent provenir du tissu conjonctif de la séreuse; mais il admet aussi qu'il pourrait bien y avoir des connexions entre ces cellules et l'épithélium des séreuses, hypothèse à l'appui de laquelle Ludwig et Schweigger-Seidel ont prouvé qu'il y a des phénomènes de multiplication dans les cellules épithéliales du diaphragme du lapin (*l. c.*, fig. 6). Je me range également à cette manière de voir, et cela parce que je sais depuis longtemps qu'il existe dans l'épithélium péritonéal de l'homme, sur le grand épiploon, une multitude de foyers de cellules bourgeonnantes, représentés généralement par des saillies tuberculeuses ou sphériques et composés de cellules ressemblant aux corpuscules lymphatiques.

On a très-peu étudié jusqu'ici la manière dont les capillaires lymphatiques se transforment en gros vaisseaux lymphatiques. Ce qui est certain, c'est qu'il y a, sous ce rapport, de grandes variétés. Ainsi, les vaisseaux lymphatiques qui cheminent dans un tissu serré ne paraissent recevoir que très-tard une seconde tunique recouvrant l'épithélium. Dans les sinus lymphatiques de $0^{mm},1$ à $0^{mm},7$ de largeur qu'on trouve dans les glandes de Peyer du lapin, on ne distingue aucune autre couche que la membrane de cellules. D'autre part, des vaisseaux mésentériques de 30 à 40 μ présentent déjà, chez les mammifères, une paroi conjonctive, et sur ceux de $0^{mm},2$ on reconnaît déjà les mêmes couches que sur des vaisseaux du calibre de 2 à 3 millimètres. Ces vaisseaux possèdent trois tuniques. — La *tunique interne* est constituée par une couche de cellules épithéliales allongées, mais assez courtes, et par une *membrane réticulée élastique* simple, rarement double, dont les fibres affectent une direction longitudinale, et qui, sous le rapport du volume de ces fibres, ainsi que sous celui de la largeur des mailles, offre de nombreuses variétés, bien qu'elle ne se compose jamais de fibres très-grosses, et ne constitue jamais une véritable membrane élastique (cette membrane ferait défaut, d'après Weyrich, dans les lymphatiques du mésentère; je l'ai toujours rencontrée sur ceux du plexus lombaire et des membres). En dehors de la tunique interne, on trouve une *tunique moyenne*, plus forte, composée de *fibres musculaires lisses transversales*, et de *fibres élastiques fines*, affectant la

même direction; puis vient la *tunique externe*, formée de *faisceaux longitudinaux de tissu conjonctif*, de quelques *réseaux de fibres élastiques fines* et d'un nombre plus ou moins considérable de *faisceaux musculeux lisses*, dont le trajet est *oblique* ou *longitudinal*. Ces derniers existent encore, aux membres, sur des vaisseaux de 0mm,2, et me paraissent constituer un excellent caractère distinctif des vaisseaux lymphatiques et des petites veines (voy. *Anatomie microsc.*, II, p. 236).

Le *canal thoracique* diffère en quelques points des vaisseaux lymphatiques plus petits. En dehors de l'épithélium, qui est le même que dans les autres lymphatiques, on y rencontre plusieurs *couches striées*, puis une *membrane réticulée élastique*, à fibres longitudinales; la tunique interne tout entière, cependant, mesure à peine 13 à 22μ. La *tunique moyenne*, qui a 56μ d'épaisseur, présente d'abord une couche longitudinale très-mince de tissu conjonctif et de fibrilles élastiques, à laquelle succède une couche de fibres musculaires tranversales, traversée par des fibres élastiques fines. La *tunique externe*, enfin, est formée de tissu conjonctif longitudinal avec des fibrilles élastiques, et de quelques faisceaux longitudinaux de fibres musculaires anastomosées en réseau. — Les *valvules* du canal thoracique et des vaisseaux lymphatiques présentent la même structure que celles des veines.

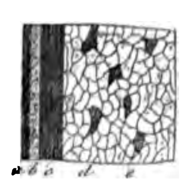


FIG. 432.

Les *vaisseaux sanguins* que reçoit le canal thoracique, s'y distribuent comme sur les veines. On n'y a point encore observé de *nerfs*.

C'est ici le lieu de donner quelques détails sur la membrane de cellules des capillaires lymphatiques et sanguins, et en particulier sur leur démonstration au moyen des sels d'argent. Il est facile de comprendre que les premières données de v. Recklinghausen n'aient pas rencontré la confiance qu'elles méritaient, d'une part parce qu'il n'avait pas réussi à voir les noyaux des cellules en question, d'autre part parce que les précipités d'argent de formes très-diverses qui se produisent dans le tissu conjonctif environnant, et qui conduisirent à l'idée des canaux plasmatiques, devaient être peu favorables à l'opinion qui voit dans ce phénomène un fait normal. C'est ainsi que des doutes s'élevèrent de divers côtés, pour Henle, Adler, Hartmann, Federn, Stricker, etc. Et cependant, celui qui voulait prendre la peine d'examiner une série de productions épithéliales avec ou sans sel d'argent devait se convaincre facilement que ces précipités argentiques constituent des phénomènes parfaitement réguliers, et bientôt cette conviction s'est fortifiée par la preuve de l'existence des noyaux dans les cellules en question et par la possibilité d'isoler ces cellules à l'aide de la soude caustique ou de la macération dans le sérum iodé. Toutefois, on doit avouer que parfois l'argent produit des dessins difficiles à interpréter, et que, dans ce genre de recherches, il faut toujours procéder avec beaucoup de circonspection. Pour les vaisseaux, l'injection avec la gélatine et l'argent est de beaucoup supérieure à toute autre méthode; car, quand les vaisseaux ne sont pas parfaitement distendus, les lignes des deux parois qui se recouvrent produisent souvent des figures à peine

FIG. 432. — Section transversale du canal thoracique de l'homme. Grossissement de 30 diamètres. — *a*, épithélium, couches striées et membrane élastique interne; *b*, tissu conjonctif à fibres longitudinales de la tunique moyenne; *c*, fibres musculaires transversales de cette dernière; *d*, tunique adventice avec les fibres musculaires longitudinales (*e*).

susceptibles d'interprétation. Telles sont les préparations que Federn a examinées et figurées, préparations que je connais pour les avoir examinées moi-même, mais que je ne puis en aucune façon considérer comme démontrant que les lignes foncées sont des fibres. En second lieu, il est nécessaire de prendre la solution de nitrate d'argent aussi diluée que possible (plutôt au-dessous qu'au-dessus de $\frac{1}{4}$ 0/0) et de ne la laisser agir que très-peu de temps, attendu que sans cela, au lieu de simples lignes marquant les contours des cellules, on obtiendra des traînées plus larges et noueuses. Ces formations, qu'on peut voir sur beaucoup de figures, ne sont pas expliquées avec précision. D'après v. Recklinghausen, les précipités argentiques se forment dans une espèce de ciment ou substance interstitielle, qui unit entre elles les cellules épithéliales; Auerbach, au contraire, est disposé à admettre qu'ils se produisent dans des sillons existant à la surface libre des membranes en question. Les deux opinions me semblent fondées, en ce sens que, à mon avis, les faibles précipités ont leur siége dans la substance intercellulaire, tandis que les dépôts plus volumineux et irréguliers ont lieu à la surface interne des cellules. Ce n'est pas à dire pour cela que, dans certaines circonstances, la substance interstitielle ne puisse, par places, être accumulée en quantités plus considérables, en d'autres, être moins abondante. Je veux seulement soutenir qu'en employant le nitrate d'argent avec circonspection, j'ai trouvé surtout des lignes argentiques fines et régulières; en l'employant avec profusion, des lignes noueuses et larges, fait qui est favorable à l'opinion ci-dessus énoncé. Dans la question des stigmates ou pores entre les cellules, on ne saurait être assez circonspect, et assurément on a manqué sous ce rapport. Outre les nodosités des lignes argentiques qui, certainement, n'appartiennent point à des stomates, on trouve ce qu'Auerbach a appelé des *lamelles intercalées* (fig. 430), représentant, soit des portions de cellule isolées du reste, soit des dentelures qui sont superposées. De véritables stomates, à mon avis, n'ont été mis en lumière que par les recherches instituées à Leipzig sous la direction de Ludwig et de Schweigger-Seidel, abstraction faite de ce qui a été trouvé sous ce rapport par v. Recklinghausen. Le nom de *périthélium*, que propose Auerbach pour la membrane celluleuse des vaisseaux, me paraît aussi peu admissible que celui d'*endothélium*. Voy., à cet égard, p. 66.

Les stomates que présente la paroi de la grande citerne lymphatique de la cavité abdominale, chez la grenouille, mesurent, du côté de cette cavité, 12 à 15 μ, suivant Schweigger-Seidel et Dogiel.

D'après les descriptions de Stricker, les capillaires sanguins de la membrane nictitante de la grenouille seraient complétement engaînés par des espaces lymphatiques. Les recherches récentes de Langer démontrent que cette disposition n'existe point, mais que les capillaires sanguins sont accompagnés, chacun, de deux capillaires lymphatiques.

La libre communication entre certaines cavités interstitielles du corps et les vaisseaux lymphatiques est-elle un fait fréquent? De nouvelles recherches pourront seules répondre à cette question. Il faudra avant tout examiner, dans cette direction, les autres séreuses, puis les membranes synoviales, les espaces qui entourent le système nerveux central. Mais il y a peut-être aussi des espaces plus petits, considérés jusqu'alors comme des sinus lymphatiques, qui ont avec certains vaisseaux lymphatiques tubulés des connexions analogues à celles qui ont été démontrées pour le péritoine. — Au point de vue pathologique, ces faits sont certainement d'une grande importance, et v. Recklinghausen a déjà commencé à colliger les conséquences qui en découlent (*Sitzungsb. d. phys. med. Ges. Würzb.*, déc. 1865).

§ 210. **Glandes lymphatiques.** — Les glandes lymphatiques, tant de l'homme que des divers animaux, présentent dans leur structure des différences si considérables qu'il n'est pas facile d'en donner une description générale parfaitement exacte. Je crois donc qu'il est utile de décrire

d'abord les glandes lymphatiques des ruminants, animaux chez lesquels, d'après les observations faites jusqu'à ce jour, toutes les parties sont développées très-complétement, et de rattacher ensuite à cette description celle des mêmes organes considérés chez l'homme.

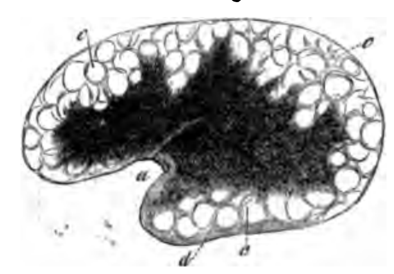


Fig. 433.



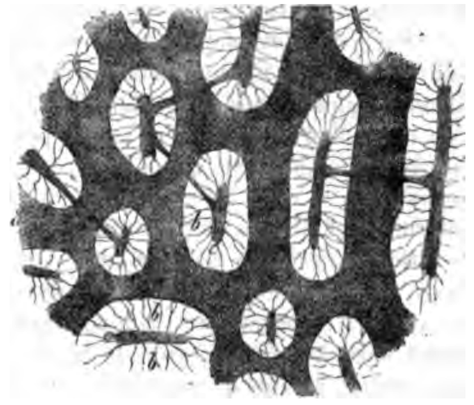
Fig. 434.

Les glandes lymphatiques du *bœuf*, que nous connaissons surtout par les recherches remarquables de His, se montrent à l'œil nu, comme l'apprennent des coupes (fig. 433), composées d'une *enveloppe*, d'une *substance corticale* et d'une *substance médullaire*; de ces deux substances, la dernière présente un aspect gris rougeâtre, spongieux; la première, au contraire, paraît blanc rougeâtre et comme granuleuse. Si l'on fait des sections fines sur des glandes durcies dans l'alcool, on reconnaît dans l'écorce et dans la moelle, même à un faible grossissement (fig. 434), deux parties constituantes, dont à la vérité les dimensions et la conformation sont très différentes dans les diverses régions, mais qui, néanmoins, ont essentiellement la même structure, à savoir : 1° un *canevas de grosses trabécules*, et 2° une substance granuleuse, riche en cellules et en sang et enveloppée par le premier : c'est la *pulpe* ou le *parenchyme des glandes lymphatiques*. Les *trabécules* partent toutes de la face interne de l'enveloppe de l'organe; elles représentent, suivant les diverses régions, des lames plus ou moins larges, ou des fibres aplaties ou cylindriques, et forment, en s'unissant fréquemment ensemble, un

Fig. 433. — Section transversale d'une glande mésentérique du bœuf. Grossissement de 8 diamètres. — *a*, hile de la glande ; *b*, substance médullaire, avec des réseaux fins de conduits lymphatiques; *c*, substance corticale, avec alvéoles peu distincts; *d*, enveloppe de l'organe.

Fig. 434. — Section dirigée perpendiculairement de la surface jusque vers le milieu d'une glande inguinale du bœuf, durcie dans l'alcool et traitée par l'acide acétique. Grossissement de 11 diamètres. — *a*, membrane fibreuse de la glande; *b*, trabécules de la substance corticale; *c*, parenchyme de l'écorce, sous la forme de noyaux arrondis; *d*, substance médullaire, dans laquelle les parties blanches représentent les trabécules, les masses foncées, le parenchyme; *e*, noyau de tissu conjonctif, avec vaisseaux volumineux. L'ensemble du système de trabécules est figuré un peu trop large, attendu qu'il s'est gonflé dans l'acide acétique.

réseau qui traverse toute la glande et dont les cavités communiquent toutes entre elles. Dans l'écorce, ces cavités, qui prennent là le nom d'*alvéoles* ou de *follicules*, sont plus étendues (0,^{mm}36 à 1^{mm}), arrondies de forme, séparées les unes des autres et reliées seulement entre elles par de courts conduits en forme de canal ; dans la substance médullaire, au contraire, elles sont plus étroites (22 à 100μ au plus), en forme de tube et très-fréquemment anastomosées. En rapport avec cette disposition, la pulpe, qui remplit complétement toutes les mailles du réseau de trabécules, se présente, dans la substance corticale, sous la forme de masses arrondies, plus ou moins distinctes ; dans la moelle, sous la forme de cordons cylindriques fréquemment unis entre eux. Il est à remarquer, cependant, qu'entre les deux tissus, il n'y a point de limite précise, et que dans l'écorce, on rencontre parfois, entre les diverses masses, des cordons qui les unissent entre elles, de même que dans la moelle on trouve quelquefois, entre les cordons, des renflements arrondis.—Quant à l'étendue des deux substances, la figure 433 en donne une bonne idée, en montrant que l'écorce, considérée même dans une seule et même glande, présente des épaisseurs diverses, et renferme, en largeur, 1 à 3, voire même 4 alvéoles. Il en est de même quand on considère des glandes différentes ; toutefois, d'une manière générale, le nombre des séries d'alvéoles est d'autant plus restreint que la glande est plus petite. Sur certaines glandes même, on trouve çà et là des régions limitées où la substance corticale fait complétement défaut et où la substance médullaire atteint la surface.


Fig. 435.

Jusqu'ici nous avons considéré la pulpe ou le parenchyme des glandes lymphatiques comme une partie constituante homogène. Mais quand on l'examine sur des glandes injectées et au moyen de fines sections prises sur des organes durcis, et nettoyées avec le pinceau, d'après le procédé de His (fig. 435), on reconnaît qu'elle se compose à son tour de *deux portions*. En effet, chaque segment de cette substance, soit dans l'écorce, soit dans la moelle, qu'il représente une masse un peu volumineuse ou un cordon étroit, présente un noyau interne, plus dense, vasculaire, et une couche périphérique, enveloppant complétement le noyau, d'une texture plus lâche, dépourvu

Fig. 435. — Section mince de la substance médullaire, prise sur une glande inguinale du bœuf durcie dans l'alcool ; préparation nettoyée avec un pinceau et grossie 90 fois ; *a*, cordons médullaires (utricules médullaires, His ; tubes lymphatiques, Frey) ; *b*, sinus lymphatiques ou conduits lymphatiques, avec le réticulum qui les traverse ; *c*, trabécules.

de vaisseaux sanguins et représentant une sorte de cavité vasculaire. Les injections des vaisseaux lymphatiques montrent que ces cavités périphériques représentent la voie par laquelle la lymphe traverse d'ordinaire la glande (fig. 435 *b*) ; nous leur donnerons en conséquence, avec His, le nom de ***sinus lymphatiques*** ou ***conduits lymphatiques***. Frey les appelle ***espaces enveloppants des follicules***, dans l'écorce, et ***conduits caverneux***, dans la substance médullaire. Les portions plus denses et vasculaires de la pulpe (fig. 435 *a*) doivent être désignées sous une dénomination spéciale : nous les appellerons ***substance glandulaire proprement dite*** (His), et les divers segments de cette substance seront appelés ***masses corticales*** (ampoules ou ampoules corticales, His ; alvéoles, Frey) et ***cordons médullaires*** (*utricules glandulaires ou médullaires*, His ; tubes lymphatiques, Frey).

Après cette description générale de la texture des glandes lymphatiques du bœuf, examinons en détail les diverses parties qui les constituent.

1° *Enveloppe et réseau de trabécules.* La tunique fibreuse, en dehors de laquelle il existe, en outre, une enveloppe formée de tissu conjonctif lâche, contenant des cellules adipeuses, est formée chez le bœuf, comme His l'indique avec raison, principalement de fibres musculaires lisses, dont les éléments sont faciles à mettre en évidence au moyen des réactifs connus. La même remarque s'applique à toutes les trabécules de l'intérieur de l'organe, à l'exception seulement des enveloppes des vaisseaux sanguins afférents et de leurs branches principales, composées de tissu conjonctif ordinaire. Chez le cheval et le mouton, d'après v. Recklinghausen, les fibres musculaires des trabécules sont également très-développées.

2° *Substance glandulaire proprement dite* (renflements corticaux et cordons médullaires). Cette portion, incontestablement la plus importante des glandes lymphatiques, présente, chez le bœuf, la même composition dans l'écorce et dans la moelle, et se compose de cette espèce particulière de substance conjonctive que j'ai appelée cytogène et de nombreux vaisseaux; elle a donc essentiellement la même texture que la substance interne des follicules de l'intestin et des corpuscules de la rate. Ici encore le réticulum est bien certainement, dans l'origine, un réseau de cellules; mais, chez l'animal adulte, il ne présente plus que çà et là des noyaux ou vestiges de noyau, et se compose principalement d'un réseau serré de fibres fines. Dans l'épaisseur de la substance glandulaire, ce réseau est uni partout, à l'aide de prolongements, à la surface des vaisseaux sanguins et forme des gaînes délicates autour de ceux d'un certain volume et même autour de quelques capillaires. De même, ce tissu se condense à la surface des masses corticales et des cordons médullaires, parfois aussi au voisinage des sinus lymphatiques, et représente une sorte d'enveloppe des parties citées en premier lieu, laquelle toutefois, non plus que dans les vésicules de la rate et les follicules de l'intestin, ne doit pas être considérée comme une membrane distincte, attendu qu'elle consiste exclusivement en réseaux fibreux condensés et qu'elle ne constitue pas davantage une limite complète à la substance glandulaire du côté des tissus lymphati-

ques, puisque non-seulement des liquides, mais même des particules figurées peuvent passer de ceux-ci dans celle-là et réciproquement.

Dans les mailles du réticulum sont déposées des myriades d'*éléments celluleux*, qui ressemblent à ceux du chyle et de la lymphe par tous les caractères essentiels, et qui présentent un diamètre de 6 à 9 μ, rarement de 11 à 15μ, avec un ou plusieurs noyaux. Ces cellules tiennent très-solidement au réticulum ; on parvient cependant à les éloigner presque complétement en frottant pendant quelque temps une fine tranche avec un pinceau. Il est à remarquer à ce sujet que c'est au voisinage de la couche limitante condensée de la substance glandulaire qu'ils sont fixés le plus solidement. A part cette circonstance, voici quelques détails sur la substance glandulaire du bœuf. Les cordons médullaires, dont le diamètre, d'après His, est de 73 à 220μ, sont les prolongements directs des masses corticales les plus internes, de telle sorte que de chacune de ces masses partent toujours plusieurs, quelquefois 3 à 5 cordons. Le trajet de ces cordons est, d'une manière générale, très-variable; cependant leur direction principale est toujours celle vers les vaisseaux lymphatiques efférents. Sur des sections tranversales d'une glande à hile distinct (fig. 433), par conséquent, ils convergent de toutes parts vers ce dernier, tandis que dans les autres elles vont simplement vers le milieu de l'organe et ont des coupes longitudinales produisant une sorte de dessin penniforme. — Dans les tubercules corticaux du bœuf, His [a découvert, en outre, des formations spéciales, auxquelles il donne le nom de *vacuoles*. Ce sont, comme on peut facilement le constater, des régions arrondies et claires, de 0mm,28 à 0mm,56 de diamètre, qui se trouvent, au nombre de 1-4 ou plus, dans les tubercules corticaux les plus externes. Dans ces vacuoles, le réticulum est à mailles plus larges et peut même faire complétement défaut à la partie centrale; les vacuoles représentent donc des espèces de cavités à

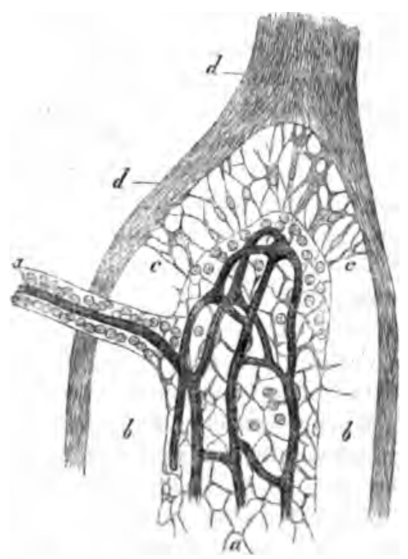


FIG. 436.

FIG. 436. — Tirée de la substance médullaire d'une glande mésentérique du bœuf, dans l'artère de laquelle on avait injecté du chromate de plomb. — Préparation nettoyée au pinceau et grossie 300 fois. — *a*, cordon médullaire, dans lequel on voit le réseau capillaire, le réticulum délicat et quelques corpuscules lymphatiques laissés en place ; *bb*, conduit lymphatique qui enveloppe le cordon; le réticulum formé de cellules à noyau, qui existe partout, n'a été dessiné qu'en *cc*. — Les corpuscules lymphatiques du conduit ont été écartés avec un pinceau; *dd*, trabécules presque entièrement formées de fibres musculaires lisses; *a'*, petit cordon médullaire, ne renfermant qu'un seul vaisseau sanguin et rempli de cellules lymphatiques.

contenu plus mou au sein de la substance plus dense des tubercules corticaux.

3° *Sinus ou conduits lymphatiques.* Ces cavités, larges de 22-68-90 μ (fig. 435 et 436), entourent de toutes parts la substance glandulaire et représentent, par conséquent, entre cette substance et les trabécules, un système de canaux réticulés, qui traverse toute la glande, et qui, comme nous le verrons plus tard, reçoit, d'une part, les vaisseaux lymphatiques afférents et s'ouvre, d'autre part, dans les vaisseaux efférents. La texture de ces conduits lymphatiques, du reste, n'est pas celle des vaisseaux; ils représentent plutôt une portion plus lâche de la pulpe et ont la même structure générale que la substance glandulaire, si ce n'est qu'ils ne contiennent pas de vaisseaux sanguins. Le réticulum des conduits lymphatiques est formé principalement de cellules à noyau, et constitué de telle façon qu'il se compose surtout de cellules fusiformes étroites et de fibres qui traversent les conduits dans le sens transversal et se montrent sur des sections sous la forme de rayons qui, de la substance glandulaire (les cordons médullaires et des tubercules corticaux), s'étendent vers les trabécules. D'ailleurs, ces rayons présentent aussi des prolongements latéraux, et il y a des régions qui méritent parfaitement le nom de réticulum. — Les espaces que circonscrit ce réticulum sont remplis d'un amas plus lâche de cellules lymphatiques et de liquide; les cellules peuvent être facilement écartées au moyen d'un pinceau, et l'on a alors des images comme celles qui sont représentées figure 436.

4° *Vaisseaux sanguins.* Suivant le volume des glandes lymphatiques, un nombre plus ou moins considérable de petits troncs artériels pénètrent dans leur intérieur par une région déprimée en forme d'ombilic ou par un sillon (hile), où généralement il n'existe point de substance corticale. Dans les glandes superficielles du bœuf, ces vaisseaux et leurs premières ramifications sont entourés d'une enveloppe assez épaisse, formée de tissu conjonctif ordinaire, qui, sur des coupes, constitue dans l'épaisseur de la substance médullaire comme des noyaux ou des nids distincts (fig. 434); dans les glandes mésentériques, au contraire, cette enveloppe est peu marquée et ne tarde pas à disparaître d'une manière complète. Dans les unes et les autres, les ramifications un peu fines des artères pénètrent, d'un côté, dans les cordons médullaires, de l'autre, dans certaines trabécules. De ces dernières, une portion va se rendre encore plus tard aux cordons médullaires, une autre portion arrive, avec les trabécules, dont les plus gros possèdent aussi des ramifications plus ténues, jusqu'à l'enveloppe de l'organe et s'y distribue en ramifications terminales. Les branches artérielles qui ont pénétré dans les cordons médullaires, se répandent en partie dans ces cordons eux-mêmes, et en partie passent de là dans les tubercules corticaux. Dans les deux régions, elles se jettent dans un réseau capillaire assez riche, d'où naissent les veines, qui suivent le même trajet que les artères. Dans les cordons médullaires, les vaisseaux d'un certain volume, quand ils existent, occupent toujours la partie centrale; les capillaires, dont le diamètre

est de 9μ, sont plus périphériques, de sorte que leurs réseaux, dont les mailles sont généralement polygonales, se trouvent à la surface. Dans les tubercules corticaux se voient 2-3 petits troncs provenant de la profondeur et dont les ramifications se partagent souvent entre deux tubercules voisins. Ces troncs, qui se ramifient vers la périphérie du tubercule, se continuent avec un réseau capillaire qui traverse le tubercule tout entier, mais qui néanmoins est plus serré à la surface. — Les tissus lymphatiques m'ont paru, comme à His, complétement libres de capillaires, et comme lui je reconnais que, chez le bœuf, aucun vaisseau n'y pénètre de l'extérieur. Relativement aux *veines* des glandes lymphatiques du bœuf, His ne s'est pas prononcé. D'après mes recherches, ces veines se distinguent par leur largeur et surtout par cette circonstance que leurs ramifications grosses et fines forment de riches *réseaux* à travers toute la glande; les vacuoles, toutefois, et les portions périphériques des tubercules corticaux en sont généralement dépourvues.

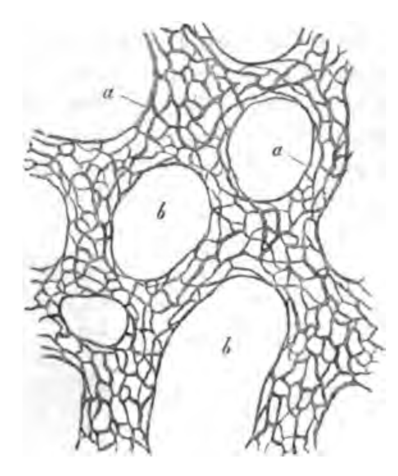


Fig. 437.

5° *Vaisseaux lymphatiques.* Les vaisseaux lymphatiques afférents se ramifient d'abord dans l'enveloppe conjonctive lâche de la glande, et pénètrent ensuite dans l'enveloppe fibreuse, où ils subissent de nouvelles divisions. Leurs extrémités perforent cette dernière, et se jettent dans les sinus lymphatiques des tubercules corticaux, qui dès lors les remplacent. Jusqu'au niveau de la membrane fibreuse, ces vaisseaux possèdent toutes leurs tuniques; dans cette membrane, ils ne présentent plus qu'une tunique conjonctive et un épithélium, facile à démontrer au moyen du nitrate d'argent, épithélium qui tapisse aussi les sinus entourant les tubercules corticaux (His, moi). Les sinus lymphatiques sont la continuation directe des vaisseaux lymphatiques afférents; c'est ce que His a élevé au-dessus de toute espèce de doute, chez le bœuf, en injectant ces vaisseaux, en même temps qu'il a montré que la voie lymphatique conduit plus loin jusque dans les sinus lymphatiques de la moelle. Mais il n'est pas parvenu à démontrer par l'observation directe la continuité entre ces derniers et les vaisseaux efférents. Je suis en mesure de combler cette lacune, ayant réussi, sur les glandes mésentériques longues et étroites du bœuf, à injecter les

Fig. 437. — Vaisseaux de quelques cordons médullaires d'une glande mésentérique du bœuf, dont les artères ont été injectées au chromate de plomb. Grossissement de 100 diamètr. — Dans ce cas, il n'y avait point de vaisseaux un peu volumineux dans les cordons médullaires; *a*, cordons médullaires; *b*, cavités occupées par les sinus lymphatiques et les trabécules non représentés ici.

vaisseaux efférents, par piqûre de la substance médullaire. D'après mes recherches, ces vaisseaux, qui, après plusieurs bifurcations, se réduisent à 45-90μ de diamètre, forment près du hile de la glande, mais encore en dehors de la substance médullaire, qui y existe seule, un *réseau* très-fourni, qui se voit très-facilement sur des sections parallèles à la surface et qui présente un aspect singulier que la figure 438 reproduit très-exactement. Tous les vaisseaux de ce réseau, en effet, sont très-onduleux et offrent de nombreuses dilatations, d'où il résulte que les points où ils sont très-serrés, comme sur un des côtés de la figure, présentent à peu près l'image d'une glande en grappe. Au contraire, les vaisseaux lymphatiques sont-ils plus écartés les uns des autres, comme sur le côté gauche de la figure 438, on

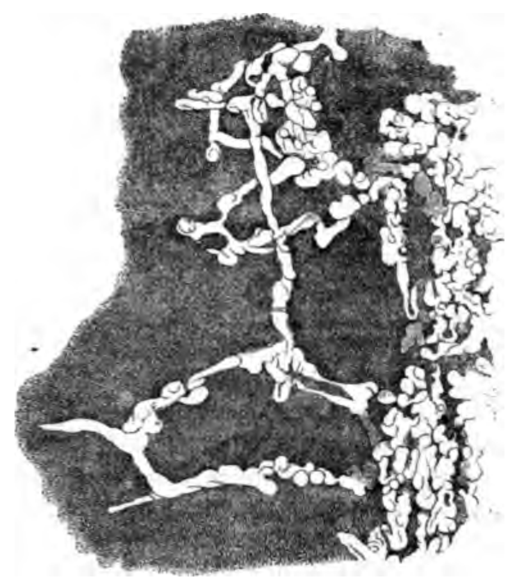


FIG. 438.

reconnaît nettement qu'ils s'anastomosent entre eux en forme de réseau. Or, les réseaux les plus serrés se trouvent généralement, en 2-4 couches superposées, près de la surface, au niveau du hile, tandis que dans la profondeur, vers la substance médullaire, ils deviennent plus lâches. Sur ces sections horizontales, je n'ai pu suivre le mode d'union de ces vaisseaux avec la substance médullaire; mais sur des sections transversales et surtout sur des sections longitudinales, on reconnaît, dans quelques cas isolés seulement, il est vrai, mais d'une manière certaine, que les connexions mutuelles entre les deux parties sont effectivement celles que His avait supposées exister *à priori*. La figure 439 représente le cas le plus net que j'aie

FIG. 438. — Réseau des vaisseaux efférents d'une glande mésentérique du bœuf, injectée au chromate de plomb par piqûre de la glande. — Vu de face. — Grossissement de 42 diamètres. — Dessiné à la lumière directe.

pu observer; on y voit que les cavités des vaisseaux lymphatiques les plus fins se continuent avec les sinus lymphatiques, tandis que les cordons médullaires se terminent là simplement, sans contracter aucune liaison avec les vaisseaux lymphatiques. A l'aide de forts grossissements, on s'assure également que les vaisseaux lymphatiques les plus ténus ont encore de minces parois formées de tissu conjonctif, lesquelles se perdent dans le réseau de trabécules de la substance médullaire. Mais sur la plupart des pièces injectées au chromate de plomb, il ne m'a pas été possible de reconnaître si, là, les vaisseaux lymphatiques possèdent encore un épithélium, lequel existe manifestement dans les troncs des vaisseaux efférents.

Après cette description détaillée des glandes lymphatiques du bœuf, je passe à celles de l'*homme*, et je ferai remarquer tout d'abord que les glandes lymphatiques des cadavres qui sont livrés à nos recherches sont souvent atrophiées et ne peuvent nous donner une bonne idée de la texture de ces organes. Il faut donc choisir de préférence, pour cette étude, les glandes gorgées de sucs d'individus jeunes, morts subitement. Sur ces glandes, on s'assure facilement que les glandes internes, particulièrement celles des cavités abdominale et pelvienne, ont essentiellement la même texture que celles du bœuf, tandis que les autres (région axillaire, inguinale) présentent quelque chose de spécial. Ces dernières, il est vrai, sont également formées, en apparence, de substance corticale et de substance médullaire; mais quand on les examine plus attentivement, on reconnaît que la substance interne ne correspond pas à ce qui, chez le bœuf, a été appelé substance médullaire, et qu'elle constitue une couche particulière, qu'on peut, avec His, désigner sous le nom de *stroma du hile*. Ce stroma du hile, sur lequel j'ai, le premier, attiré autrefois l'attention, représente un noyau plus ou moins volumineux de tissu conjonctif, qui, outre les ramifications un peu volumineuses des artères et des veines, renferme un riche plexus de véritables vaisseaux lymphatiques à parois distinctes. Bien que ce stroma du hile occupe, chez l'homme, un espace parfois considérable dans l'intérieur des glandes en question, la substance médullaire proprement dite ne fait pas défaut pour cela, mais elle est atrophiée et ne forme, à la face interne de l'écorce, qu'une couche mince, dont on ne reconnaît très-bien la nature que sur des tranches fines, nettoyées avec le pinceau.

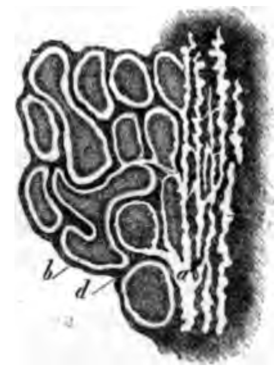


FIG. 439.

FIG. 439. — Section longitudinale et verticale passant par le hile d'une glande mésentérique du bœuf dont les vaisseaux efférents ont été injectés au chromate de plomb, par piqûre. — Grossissement de 42 diamètres. — Dessiné à la lumière directe. — *a*, réseau des vaisseaux efférents, dont quelques ramuscules se rendent aux sinus lymphatiques voisins *b*; *c*, cordons médullaires; *d*, trabécules de la substance médullaire.

Entrons dans quelques détails. Je dois faire remarquer d'abord que l'*enveloppe* et le *canevas* présentent, chez l'homme, une disposition morphologique analogue à celle qu'on rencontre chez le bœuf, mais qu'ils diffèrent de ceux de cet animal, au point de vue de la structure, en ce qu'ils sont formés tous deux essentiellement de tissu conjonctif. Cependant on y rencontre aussi çà et là, bien que rarement, des fibres musculaires lisses, ainsi que l'a annoncé le premier O. Heyfelder, confirmé plus tard par Brücke, His et von Recklinghausen. — Chez l'homme, comme chez le bœuf, la *pulpe* ou le *parenchyme* est formé de sinus lymphatiques et de substance glandulaire, et divisé en écorce et en moëlle ; il a aussi la même structure, et à cet égard je ferai remarquer notamment que les cordons médullaires présentent partout, dans leur intérieur, le même réticulum délié de substance cytogène. Les dimensions des alvéoles de l'écorce varient, chez l'homme, entre $0^{mm},28$ et $0^{mm},75$ et même 1 millimètre ; celles des cordons médullaires sont, en moyenne, de 22 à 90 μ. Les *vaisseaux sanguins* ont la même disposition que chez le bœuf ; je crois seulement, contrairement à His, devoir maintenir que de petites artères pénètrent aussi de l'extérieur dans la substance corticale. Mais je ne prétends pas décider la question de savoir si les vaisseaux ne vont que dans les cloisons, où Frey les a vus également, ou s'ils donnent aussi des rameaux à la substance glandulaire des alvéoles. Relativement aux *vaisseaux lymphatiques*, tout n'est pas encore parfaitement élucidé. Ce qui se voit facilement, c'est que les vaisseaux afférents se divisent à la surface de la glande et que leurs branches perforent ensuite la membrane fibreuse, en même temps qu'elles continuent à se ramifier. A partir de là, elles se perdent comme vaisseaux distincts, à l'exception de quelques rameaux (moi, Frey) qui passent dans les cloisons des alvéoles les plus externes, mais qu'on ne peut cependant suivre loin dans la profondeur. Il résulte d'injections faites autrefois et de nos jours (Ludvig et Noll, Frey, His), que ces vaisseaux s'ouvrent tous dans les sinus lymphatiques de l'écorce. Ceci concorde également avec ce qu'on voit sur des glandes remplies naturellement de chyle (Brücke, Ecker, Frey), dans lesquelles la substance glandulaire de l'écorce, ou mes noyaux corticaux sont entourés complétement par des liserés blancs. Sur des glandes injectées, il n'est pas non plus difficile, comme je l'ai vu, après Frey, d'observer le passage direct des ramuscules des vaisseaux lymphatiques afférents dans les sinus lymphatiques de la substance médullaire ; cette circonstance ne permet donc plus le moindre doute. — De l'écorce, le courant lymphatique gagne les sinus lymphatiques de la substance médullaire, d'où il passe dans les vaisseaux efférents. La manière dont ces vaisseaux se constituent a été peu examinée jusqu'ici. Dans les glandes extérieures munies d'un hile, les lymphatiques efférents forment un plexus plus ou moins riche, dont les vaisseaux présentent nettement deux tuniques (un épithélium à cellules allongées, une couche de tissu conjonctif avec cellules fusiformes et une musculeuse) et mesurent $0^{mm},22$ à 1 millimètre de largeur. Vers la substance médullaire, ces vaisseaux

deviennent de plus en plus fins et se réduisent à 45 à 110 μ de largeur. Ils se continuent, enfin, avec des conduits plus fins encore (22 à 45 μ), dont la disposition est difficile à élucider. Sur des glandes qui avaient été injectées par piqûre de la substance corticale, j'ai trouvé que ces conduits sont encore anastomosés en réseau et communiquent avec les sinus lymphatiques de la moelle de la même manière qu'il a été dit plus haut pour le bœuf. D'après ce que j'ai pu voir, ces vaisseaux lymphatiques très-fins possèdent encore une paroi conjonctive très-mince, qu'ils ne perdent qu'à leur point de jonction avec les sinus lymphatiques. Ce qui me surprit, sur ces glandes injectées, c'est qu'en beaucoup de points les vaisseaux lymphatiques volumineux du noyau conjonctif, ayant de 100 à 200 μ de largeur, descendaient subitement à 22 à 68 μ, de sorte que le gros réseau et le résau fin étaient séparés par une limite assez nette; mais il y avait aussi des régions où la diminution de calibre des vaisseaux avait lieu d'une manière graduelle. Tous les lymphatiques un peu volumineux du noyau conjonctif se distinguaient par de nombreuses ondulosités et dépressions en cul-de-sac, et sur des glandes dont les vaisseaux sanguins n'étaient pas injectés, ils occupaient un espace très-considérable.

D'après mes observations, toutes les glandes lymphatiques d'un certain volume, chez l'homme, reçoivent plusieurs petits *filets nerveux*, composés de fibres primitives fines. Ces nerfs pénètrent dans l'organe avec les artères; arrivés dans la substance médullaire, ils cessent d'être visibles. Chez le bœuf, j'ai vu, sur les *grosses* glandes situées sur les côtés de l'aorte abdominale, des nerfs volumineux dans le hile de la glande; ces nerfs étaient composés exclusivement de fibres nerveuses pâles (de Remak), comme ceux de la rate; mais il m'a été impossible jusqu'ici de les suivre dans l'intérieur. Je n'ai pas encore pu voir les petits ganglions nerveux que Schaffner (*Zeitschr. f. rat. Med.*, VII, 177) prétend avoir trouvés dans les glandes lymphatiques.

Renvoyant, pour ce qui est des recherches anciennes et récentes sur la structure des glandes lymphatiques, à mon *Anat. microsc.*, t. II, 2, p. 539-544, et à l'introduction historique très-complète qui précède le travail de H. Frey, je ne mentionnerai ici que les observations les plus importantes faites sur ces organes dans ces dernières années. En 1850, Ludwig et Noll montrèrent les premiers que les vaisseaux lymphatiques afférents, en pénétrant dans les glandes, cessent d'exister comme tels et s'ouvrent dans un système continu de cavités, qui, soutenues par un réseau de trabécules fibreuses et remplies d'éléments celluleux, occupent toute l'étendue de la glande. De ces mêmes cavités naissent, d'autre part, d'après Ludwig et Noll, les vaisseaux efférents. Conséquemment, ces auteurs admettent que les cavités en question remplacent, dans les glandes, les vaisseaux lymphatiques, et sont constamment traversées par de la lymphe. Mais j'ai démontré, en 1852, que ces cavités ne pouvaient être considérées comme de simples élargissements des vaisseaux lymphatiques, remplis d'une lymphe riche en cellules, attendu que j'y ai trouvé un réseau serré de vaisseaux sanguins, ce qui m'a porté à envisager leur contenu comme un élément glandulaire spécial des vaisseaux lymphatiques, bien que je reconnusse que les éléments dont il se compose passent d'une manière continue dans les vaisseaux lymphatiques. Ces données furent complétées par la

découverte, faite en 1853 par Donders et moi, du réticulum dans l'intérieur des alvéoles. L'anatomie des glandes lymphatiques, ayant été ainsi fixée dans ses bases essentielles par Ludwig et Noll, par Donders et par moi, fut développée notablement par Brücke, et enfin complétée par les recherches faites en commun par His et Billroth et surtout par celles de His et de Frey. Brücke est le premier qui, dans ses travaux, faits en 1853 et 1854, ait distingué la substance médullaire et la substance corticale des glandes, et qui ait décrit, incomplétement il est vrai, mais cependant exactement en somme, la substance médullaire comme un réseau de conduits lymphatiques situés au sein d'un tissu conjonctif délicat. Mais l'observation la plus importante qu'il ait faite, c'est que la lymphe ne se borne pas à traverser lentement le contenu des alvéoles de la substance corticale, comme Ludwig, Noll et moi nous l'avions admis, mais qu'elle ne circule qu'à la surface et autour de ces alvéoles, en se dirigeant vers la substance médullaire; d'où il s'ensuit que, sur des glandes remplies de chyle, on ne trouve ce suc blanc que sous la forme de stries entourant le contenu des alvéoles. Bien que cette observation ne soit pas parfaitement exacte, attendu que, comme je l'ai montré le premier (*Mikr. Anat.*, t. II, p. 2), dans quelques cas, le chyle remplit complétement le contenu des alvéoles, elle n'en fut pas moins d'une grande importance, puisqu'elle fut le premier indice de l'existence de voies lymphatiques particulières dans la substance corticale.

Passant aux travaux les plus récents, je rappellerai d'abord les recherches communes de His et de Billroth (voy. Billroth, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XI, p. 62; et *Beitr. z. path. Hist.*, p. 126-128 et 135; et His, *in Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. X, p. 333). Antérieurement déjà, je m'étais servi, pour l'étude des tissus des glandes lymphatiques, de coupes *lavées* et dilacérées (*Mikr.*, *Anat.*, t. II, 2, p. 540); mais His perfectionna ce procédé en employant un pinceau très-fin pour écarter les éléments celluleux, et c'est ainsi qu'il parvint, ainsi que Billroth, à faire, sur des coupes nettoyées avec le pinceau, les premières observations exactes sur le réticulum de la substance glandulaire de l'écorce et de la moelle, comme sur celui des conduits lymphatiques, ce qui conduisit au premier examen exact des éléments constituants de l'écorce et de la moelle et à la détermination des rapports réciproques de ces deux substances. Il ne restait plus qu'à faire quelques investigations de détail et à compléter les observations par des injections des vaisseaux sanguins et lymphatiques, tâche que se sont imposée His et H. Frey, dans des recherches entreprises simultanément et indépendamment les unes des autres, qui sont ce qu'on a produit de meilleur jusqu'ici sur ce sujet. On est heureux de voir les travaux de ces deux investigateurs concorder quant à la plupart des points. Aussi, ne toucherai-je ici que quelques points spéciaux qui sont envisagés différemment par ces anatomistes, en faisant remarquer préalablement que je me suis efforcé de contrôler leurs données sur des glandes injectées ou non, et que la description qui fait partie de ce paragraphe, repose sur mes observations personnelles.

En ce qui concerne les *cordons médullaires*, Frey les décrit comme des tubes (tubes lymphatiques), composés d'une membrane d'enveloppe hyaline, quelquefois striée longitudinalement, et de corpuscules lymphatiques et de vaisseaux sanguins à l'intérieur. His, au contraire, leur assigne exactement la même structure qu'à la substance glandulaire de l'écorce ou à mes noyaux corticaux. Mes observations m'obligent à me ranger à l'opinion de His; je recommanderai surtout les cordons médullaires du bœuf (voy. fig. 436) pour mettre en évidence leur réticulum, dont les réseaux, en général, sont sans noyaux. Chez l'homme et chez le lapin, on arrive également à les voir. Ce réticulum constitue aussi, comme dans les noyaux corticaux, la couche limitrophe des cordons médullaires, qui, là non plus que dans ces derniers, ne représente point une membrane continue. D'ailleurs, Frey veut que les cordons médullaires naissent des noyaux corticaux, auxquels il refuse également une membrane d'enveloppe. Il est probable que, dès lors, il ne sera pas éloigné de modifier, dans le sens indiqué ici, les descriptions qu'il en a données.

Le tissu qui sépare les cordons médullaires ou le contenu des sinus lymphatiques de la moelle se compose, d'après His, d'un réticulum lâche, formé de cellules à noyau et d'un contenu, dont His dit simplement qu'il se laisse plus facilement enlever avec le pinceau que celui de la substance glandulaire elle-même. Toutefois, il est indubitable que His l'envisage également comme de la lymphe charriant des cellules, bien qu'il ne s'exprime nulle part sur la quantité de ces cellules. Antérieurement, Frey, s'éloignant de His, avait considéré les éléments du réticulum des sinus lymphatiques, ce qu'il appelle les *réseaux de cellules intra-caverneux*, comme des parties creuses, pour la plupart, du moins, communiquant avec les cavités des cordons médullaires et recevant, comme ceux-ci, de la lymphe dans certaines circonstances. De même, il regarde le réticulum des sinus lymphatiques de l'écorce comme des voies de communication creuses entre les noyaux corticaux. J'ai examiné avec soin le réticulum des sinus lymphatiques chez le bœuf et chez l'homme, et je partage complétement l'avis de His, comme l'a fait aussi tout récemment, du reste, Frey, revenant sur ses opinions antérieures (*Gewebel.*, 2[e] édition). Dans ce réticulum, je ne trouve absolument que des corpuscules de tissu conjonctif, qui se continuent avec le réticulum de la substance glandulaire (des noyaux corticaux et des cordons médullaires), mais non avec les espaces interstitiels logeant les corpuscules lymphatiques. W. Müller s'exprime en termes analogues; seulement, il distingue, dans les éléments du réticulum, des portions délicates et des portions plus grosses, et il place dans les premières le siége d'une formation de cellules lymphatiques, sans motiver suffisamment, à mon avis, cette hypothèse. Des recherches étendues de Frey, sur de nombreux animaux, il ressort nettement que les cellules du réticulum en question varient beaucoup quant au volume et à la conformation, et que dans quelques circonstances, elles se montrent aussi sous la forme d'éléments d'un certain volume, avec des noyaux multiples et peut-être même avec des cellules filles dans leur intérieur. — Frey insiste plus que ne l'a fait His sur le contenu des mailles du réticulum qui remplit les sinus lymphatiques; je puis dire moi-même que je l'ai toujours trouvé très-riche en cellules, si bien que très-souvent, sur des coupes minces non nettoyées avec le pinceau, les sinus lymphatiques ne se distinguaient nullement de la substance glandulaire, ou n'apparaissaient que comme des lisérés un peu moins clairs. Il est parfaitement exact que ces cellules se laissent facilement écarter par le lavage.

Le réticulum des glandes lymphatiques est indubitablement un réseau de corpuscules conjonctifs; mais en général, comme déjà Billroth l'a dit avec raison, les noyaux des cellules ont disparu dans la substance glandulaire et ne sont conservés que dans les sinus lymphatiques. Toutefois, j'ai vu nettement, çà et là, dans beaucoup de cas, des noyaux dans la substance glandulaire, même sur des animaux adultes et chez les jeunes animaux; ils y sont nombreux chez les animaux adultes, mais d'un âge peu avancé. La substance interstitielle fibrillaire (tissu conjonctif) ne s'observe point dans le réticulum des glandes saines ou ne s'observe que dans des régions fort limitées; mais elle se rencontre souvent en masses considérables dans les glandes dégénérées ou sur des animaux âgés; elle doit être considérée comme une néoformation. Dans ce cas, on voit très-distinctement que cette substance apparaît d'abord sous la forme d'enveloppes entourant les cellules, comme l'indiquent aussi His et Frey; on obtient alors souvent des préparations qui semblent plaider en faveur d'une transformation directe des cellules du réticulum en faisceaux de tissu conjonctif, mais qui, certainement, doivent être interprétées d'une manière différente. D'après mes observations, cette transformation conjonctive se montre surtout facilement autour des cellules du réticulum des sinus lymphatiques; mais elle ne fait pas défaut non plus dans la substance glandulaire proprement dite. Quant aux autres dégénérescences des glandes lymphatiques, ce n'est pas ici le lieu d'en parler, et je renvoie, à cet égard, particulièrement au travail de Frey.

Relativement aux connexions des vaisseaux efférents avec la substance médullaire,

ces liquides, éléments parmi lesquels les corpuscules sanguins et lymphatiques sont de beaucoup les plus importants ; quant aux autres caractères du sang, leur description appartient au domaine de la physiologie.

§ 212. **Éléments morphologiques de la lymphe.** — La *lymphe* et le *chyle*, de même que le *sang*, sont formés d'un *plasma*, qui, extrait des vaisseaux, se coagule, et d'*éléments figurés*, qui se distinguent en *granulations élémentaires*, *noyaux*, *cellules incolores* et *corpuscules sanguins rouges*. Ces divers éléments, toutefois, ne se rencontrent pas toujours dans les mêmes proportions, ni dans toutes les parties du système vasculaire. Les *granulations élémentaires* sont des molécules d'une finesse incommensurable, composées, ainsi que l'a démontré H. Müller, de graisse et d'une enveloppe protéique. Le chyle blanc, *qui leur doit sa couleur*, en contient des quantités prodigieuses ; dans la lymphe incolore, au contraire, ces granulations font complétement défaut, ou ne se montrent qu'isolément et en très-petit nombre. Jusqu'ici je n'ai observé de *noyaux libres*, en petit nombre, que dans les radicules des chylifères, dans le mésentère et dans les vaisseaux efférents des glandes mésentériques ; ils avaient 2,2 à 4,5 μ de diamètre, et présentaient un aspect homogène ; l'eau leur donnait l'apparence de vésicules granuleuses ; je ne les ai jamais rencontrés dans le canal thoracique. D'après mes observations les plus récentes, ils proviennent de cellules rompues et ne se montrent jamais quand on évite de se servir de liquides nuisibles, tels que l'eau, l'acide acétique, etc. Au contraire, les *cellules incolores*, appelées par les auteurs *corpuscules du chyle ou de la lymphe*, attendu qu'elles présentent exactement les mêmes caractères dans ces deux liquides, existent en quantités considérables dans presque toutes les parties du système lymphatique. Ce sont des cellules pâles, sphériques, de 5,6 à 12 μ de diamètre. Examinées dans la sérosité qui les baigne naturellement, elles paraissent homogènes ou finement granulées, et présentent un noyau arrondi, homogène, un peu brillant, qu'on ne voit qu'indistinctement par transparence. Si l'on y ajoute de l'eau, il se forme dans le noyau et dans le reste du contenu cellulaire un précipité granuleux, qui trouble la cellule ; sous l'influence de l'acide acétique, au contraire, les cellules acquièrent une transparence parfaite, deviennent très-pâles et laissent apercevoir avec une grande facilité leur noyau, fortement granuleux et un peu revenu sur lui-même ; il n'est pas rare non plus de les voir crever dans ces circonstances et expulser leur contenu. Le même effet est produit quelquefois par l'eau sur les petites cellules, qui

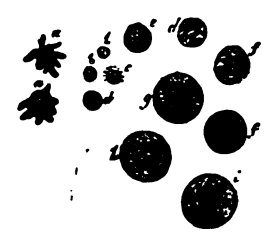


FIG. 440.

FIG. 440. — Éléments du chyle. — *a*, corpuscules lymphatiques qui ont pris une forme étoilée, par suite de contractions partielles ; *b*, noyaux libres ; *c*, noyau entouré de quelques granulations ; *d*, *e*, petites cellules lymphatiques, dont l'une présente un noyau distinct ; *f*, *g*, cellules plus grosses : dans l'une on voit également un noyau ; *h*, cellule après addition d'un peu d'eau ; *i*, autre traitée par l'acide acétique.

laissent échapper d'abord des gouttelettes transparentes d'albumine. Les cellules lymphatiques étant sphériques, les solutions étendues ne modifient pas notablement leur forme ; tandis que l'évaporation et les solutions saturées déterminent un rapetissement notable de ces éléments, qui souvent aussi prennent une forme dentelée. Les *phénomènes de motilité* de ces cellules, par suite desquels elles prennent successivement diverses formes dentelées et même étoilées, pour revenir ensuite à la forme sphérique, et sur lesquels Wharton Jones a, le premier, attiré l'attention, peuvent être considérés comme se rattachant à la vie des cellules (voy. § 16). Nous ne savons pas, cependant, si ces mouvements ont lieu aussi dans l'organisme, attendu que jusqu'ici l'occasion d'observer des lymphatiques sur des animaux vivants ne s'est présentée que chez les larves de grenouille, où le petit nombre des corpuscules lymphatiques n'offrant, il est vrai, aucune espèce de mouvement, ne permet pas de conclusion certaine.

Le *volume*, le *nombre* et la *forme* des corpuscules de la lymphe présentent quelques différences, suivant le lieu où on les examine. Dans les radicules des vaisseaux lymphatiques, lesquelles sont très-favorables à ces sortes de recherches, dans le mésentère, en avant des glandes lymphatiques, le chyle n'offre qu'un très-petit nombre de corpuscules lymphatiques. Dans les plus petits vaisseaux mésentériques susceptibles d'examen, souvent même ces corpuscules font complétement défaut. Là où ils existent, et les vaisseaux d'un certain calibre sont toujours dans ce cas, ils sont, en général, petits, de 4,5 à 6,8 μ de diamètre, et entourent étroitement un petit noyau ; souvent ils semblent en train de se produire par la réunion de petites granulations. Lorsque le chyle a traversé les glandes mésentériques, il présente des cellules plus nombreuses et plus grosses : ainsi, dans les chylifères du bord adhérent du mésentère (il en est de même des gros troncs lymphatiques), on trouve, outre les petites cellules dont nous venons de parler, une foule de cellules plus grosses, ayant jusqu'à 12 μ de diamètre. En même temps se manifeste plus ou moins nettement, du moins chez le chien, le chat et le lapin, une *multiplication des corpuscules lymphatiques par voie de scission*, c'est-à-dire que les grosses cellules s'allongent et atteignent jusqu'à 13 et 18 μ de longueur, que leur noyau se divise en deux, et qu'enfin un étranglement, de plus en plus marqué à la partie moyenne, amène la séparation de la cellule en deux moitiés. Ce phénomène ne se voit plus guère dans le canal thoracique ; aussi les grosses cellules au-dessus de 9 μ de diamètre s'y montrent-elles en général très-rares. Néanmoins, chez les animaux du moins, les cellules y sont presque toujours un peu plus grosses que les globules sanguins, car elles mesurent 5,6 à 7,8 μ ; tandis que chez l'*homme*, elles ont toujours été trouvées plus petites (4,5 en moyenne) ; c'est du moins ce que Virchow et moi avons observé sur un supplicié. Les noyaux de ces corpuscules, visibles seulement après addition d'acide acétique, étaient généralement simples et arrondis ; quelquefois cependant ils étaient crénelés, ou en forme de fer à cheval ou de biscuit ; rarement ils étaient

multiples. Chez les *mammifères*, il y a peu de cellules dont les noyaux soient dissociés par l'acide acétique, ou présentent des étranglements dès l'origine, ou bien soient multiples (3 à 5), abstraction faite de celles qui sont sur le point de se diviser; parfois, cependant, on trouve de ces cellules, et même en assez grande quantité.

Le chyle de l'homme, recueilli avec précaution, ne m'a jamais présenté de *corpuscules sanguins rouges* dans les circonstances normales; chez les animaux, au contraire, on trouve toujours dans le canal thoracique une certaine quantité de globules rouges; quelquefois on en rencontre également dans la lymphe de certains organes, tels que la rate. Comme ces corpuscules ne paraissent nullement se développer dans l'intérieur des vaisseaux lymphatiques, je les considère comme des éléments issus des vaisseaux sanguins, et tant qu'on n'aura pas établi qu'il existe à la périphérie des deux systèmes vasculaires des communications directes entre eux, je serai d'avis que ce passage résulte de la déchirure accidentelle de petits vaisseaux sanguins, déchirure facile à concevoir quand on songe à la structure spéciale de la rate et des glandes lymphatiques. J'ai pu, d'ailleurs, observer directement cette déchirure sur des têtards (*Ann. des sc. nat.*, 1846). Je ferai remarquer encore que souvent j'ai trouvé, dans le chyle des gros vaisseaux, des *cellules granuleuses brunes et sphériques*, de 9 à 11 μ de diamètre, analogues à celles que nous aurons à décrire dans le sang, et provenant des glandes lymphatiques, où je les ai observées sur le bœuf, et même dans les sinus lymphatiques.

D'après les faits signalés ici et dans le § 210, il paraît certain que les corpuscules lymphatiques prennent naissance par suite d'une multiplication continue des cellules qui se trouvent dans les sinus lymphatiques de ces glandes et qu'ils sont enlevés successivement par les vaisseaux efférents. Quant aux cellules qu'on rencontre dans les radicules des vaisseaux, on peut admettre, avec Brücke, qu'elles proviennent, surtout celles de l'intestin, des follicules lymphoïdes de ce canal (follicules solitaires et glandes de Peyer), manière de voir en faveur de laquelle plaide aussi cette circonstance que, comme je l'ai trouvé, les chylifères provenant des glandes de Peyer sont plus riches en cellules. Les lymphatiques qui sont sans connexions avec les glandes lymphatiques, d'après mes observations, ou bien ne renferment point de cellules (lymphatiques du foie du chien, de la queue des têtards), ou n'en renferment que peu (lymphatiques du cordon spermatique du bœuf, de la surface de la rate). Toutefois, Teichmann assure avoir rencontré, sur deux suppliciés, des masses considérables de corpuscules lymphatiques dans des vaisseaux qui n'avaient encore traversé aucune glande. Pour ces cas, on peut présumer que les cellules épithéliales des petits vaisseaux constituent les éléments qui, en se multipliant normalement ou en s'éliminant accidentellement, donnent lieu à l'apparition de particules figurées dans le liquide. Dans ces derniers temps, on a encore considéré, ainsi que nous l'avons vu plus haut (voy. p. 779), les cellules épithéliales des grandes cavités séreuses comme

des lieux de formation de cellules lymphatiques; mais il est impossible de savoir quel est le degré d'abondance de cette source. — A ce développement des corpuscules lymphatiques vient s'ajouter ensuite la multiplication par scission qui a lieu, d'une manière permanente, au delà des glandes lymphatiques. Les corpuscules lymphatiques sont infiniment moins nombreux que les corpuscules sanguins, non-seulement dans les lymphatiques d'un calibre très-petit ou moyen, mais encore dans le canal thoracique; aussi la lymphe peut-elle être examinée facilement au microscope, sans qu'il soit besoin de la diluer en y ajoutant un autre liquide. Des estimations exactes, sous ce rapport, restent encore à faire ; on peut dire cependant qu'il existe des différences considérables, et qu'un chyle d'un blanc laiteux n'est pas toujours riche en corpuscules.

Dans la lymphe des troncs cervicaux du chien, le docteur Ritter a trouvé 8200 corpuscules par centimètre cube (Nasse, *l. c.*).

§ 213. **Du sang.** — Le sang, en tant qu'il circule dans les vaisseaux, est un liquide légèrement visqueux, composé de deux éléments seulement, les *corpuscules sanguins*, appelés aussi *globules sanguins* ou *cellules sanguines*, et la *liqueur sanguine incolore*, ou le *plasma sanguin*. Les globules sont presque tous colorés en rouge; un très-petit nombre d'entre eux sont incolores. Soustrait à la circulation, le sang se coagule, en général, d'une manière complète, par suite de la solidification de la fibrine dissoute dans le plasma; plus tard, lorsque le principe coagulé s'est rétracté, le sang est divisé en *caillot sanguin* ou *placenta*, et en *sérum*. Le caillot est d'un rouge vif, et contient, outre la fibrine, presque tous les globules rouges et la plupart des globules blancs, ainsi qu'une portion des éléments dissous du plasma ; le sérum, au contraire, se compose du reste du plasma et d'un petit nombre de globules blancs du sang. Dans quelques cas, chez l'homme, sous l'influence de certaines maladies, le sang, avant de se coaguler, laisse déposer plus ou moins ses globules rouges au-dessous du niveau de la partie liquide; on voit alors à la surface du caillot une couche incolore ou blanchâtre (*couenne inflammatoire, crusta phlogistica*), composée simplement de fibrine coagulée, de globules sanguins incolores et d'une certaine quantité de sérum imbibant ces éléments solides.

Les *cellules colorées* ou *rouges du sang*, aussi appelées improprement *globules du sang*, sont de petites cellules sans noyau, de la forme d'une lentille aplatie; ces cellules, qui sont le siége exclusif du principe colorant du sang, y existent en quantité si prodigieuse, qu'elles sont difficiles à étudier avec soin si l'on ne dilue préalablement le sang, et qu'elles semblent composer à elles seules toute la masse sanguine. D'après Vierordt, qui, le premier, chercha à déterminer par des dénombrements la quantité des corpuscules sanguins, un millimètre cube de sang contient 5 055 000 globules; Welker, en modifiant un peu le procédé de Vierordt, trouva en moyenne 5 000 000 de globules dans la même quantité de sang, chez l'homme, et 4 500 000,

chez la femme. Ce dernier chiffre s'abaisserait encore pendant la grossesse et après la ménopause.

Si l'on examine les cellules sanguines en elles-mêmes, voici ce qu'on trouve. La *forme* des cellules est, en général, celle d'un disque circulaire biconcave ou aplati, à bords arrondis; aussi les cellules se montrent-elles, aux yeux de l'observateur, sous un aspect différent, suivant qu'elles se présentent de face ou de profil. Dans le premier cas, ce sont des corpuscules jaunâtres, circulaires, dont la partie centrale, ordinairement déprimée, représente une tache claire ou foncée, suivant qu'elle est ou non au foyer du microscope ; c'est ce dernier aspect qui a porté certains auteurs à admettre un noyau dans les cellules sanguines. Vues de profil, les cellules figurent de courts bâtonnets, de la forme d'une ellipse très allongée ou d'un huit de chiffre. Quant à leur *composition*, les cellules sanguines consistent chacune en une membrane de cellule incolore, très-mince, mais néanmoins assez résistante et élastique, et en un contenu coloré, jaune sur les celules isolées, visqueux et formé d'hémo-globuline (hémoglobine); dans ce contenu, on ne trouve, chez l'adulte aucune trace de particules organisées, de granulations ou de noyau. Les globules sanguins sont donc des vésicules; aussi le nom de *cellules sanguines* est-il celui qui leur convient le mieux. L'élasticité, la mollesse et la souplesse de leur enveloppe sont telles qu'elles permettent aux cellules d'adapter leur forme à celle de vaisseaux plus étroits que leur propre diamètre, et de revenir à leur forme primitive après avoir été comprimées, aplaties, allongées ou modifiées d'une manière quelconque sous le microscope. Les corpuscules sanguins sont d'autant plus aptes à traverser des canaux étroits que leur surface est parfaitement lisse et polie, de sorte qu'ils glissent avec facilité sur les parois, très-lisses également, des capillaires les plus étroits.

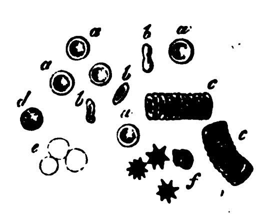


Fig. 441.

Le *volume* des cellules sanguines est soumis, chez des individus différents, à des variations qui, en raison de la petitesse de ces corpuscules, ne manquent point d'importance. Voici les dimensions moyennes des cellules, d'après les observateurs les plus exacts : Harting (*Rech. microm.*), qui a mesuré des cellules fraîches, leur assigne 7,50 μ de largeur et 1,7 μ d'épaisseur; Schmidt, dont les mesures ont été prises sur des cellules desséchées, a indiqué 7,77 μ pour la largeur, et Welcker, 7,74 μ de largeur et 1,9 μ d'épaisseur. Suivant Harting, le diamètre moyen des cellules, chez des individus différents, varie entre 6,7 et 8,2 μ; d'après Schmidt, entre 7,2 et 7,77 μ. Ces chiffres diffèrent peu de ceux que nous ont fournis

Fig. 441. — Cellules sanguines de l'homme. — *a*, vues de face; *b*, vues de profil; *c*, globules empilés comme des pièces de monnaie ; *d*, globule devenu sphérique sous l'influence de l'eau ; *e*, globule décoloré par l'eau ; *f*, globules ratatinés par suite de l'évaporation. Grossissement de 350 diamètres.

les autres observateurs. Les dimensions extrêmes trouvées par Harting sont de 4,5 μ et 9,3 μ pour la largeur, 1,0 μ et 2,2 μ pour l'épaisseur; Welcker trouve que, chez l'homme et les animaux, le nombre des cellules offrant un diamètre moyen varie entre 1/4 et 1/2, et Schmidt assure que sur 100 parties de sang, 95 à 98 sont d'égal volume. — Quant au *volume* des cellules sanguines examinées *chez le même individu*, à des époques différentes, on peut dire d'une manière générale qu'il doit nécessairement n'être pas toujours le même, qu'il doit augmenter ou diminuer, par exemple, suivant le degré de concentration du plasma; mais des mesures directes, à ce point de vue, nous font encore presque complétement défaut. Harting avance que les cellules sanguines d'un homme adulte, mesurées deux fois à un intervalle de trois ans, ont présenté les mêmes dimensions moyennes, tandis que chez le même individu, après un repas copieux, ces cellules ont donné une moyenne un peu plus petite (de 2,9 μ) et des extrêmes plus considérables. Les chiffres suivants sont tirés des recherches de Welcker : le volume d'une cellule sanguine de l'homme est de 0,000 000 072[e] de millim. cube; d'où il résulte que 100 volumes de sang ne peuvent guère contenir que 38 volumes de corpuscules. Les corpuscules sanguins (5 millions) contenus dans un centimètre cube de sang présentent une surface de 640 millimètres carrés, et ceux de toute la masse sanguine (estimée à 4400 cent. cubes), une surface de 2,816 mètres carrés. Le poids spécifique des corpuscules humides est de 1,105 ; le poids d'un corpuscule est de 0,000 08 de milligramme, et sa surface totale de 0,000 128 de millimètre carré. — Relativement au *nombre* des globules sanguins, il est à remarquer que les observations faites sur la quantité des principes solides qu'ils contiennent permettent de conclure, d'une manière générale, que les globules diminuent de quantité après des saignées répétées, après une longue abstinence; qu'il en est de même dans certaines maladies, telles que la chlorose et l'anémie. Mais ce ne sont point là les seules variations qu'éprouvent les globules, et l'on ne saurait s'empêcher d'admettre que chez tout individu, suivant le rapport qui existe entre les substances ingérées et les substances excrétées, la masse des globules sanguins est soumise à des oscillations nombreuses et même journalières, qui n'ont pas encore été déterminées d'une manière exacte. Comparés aux autres éléments du sang, les corpuscules sont *plus lourds* que le sérum et le plasma. Dans le sérum ou dans le sang défibriné, ils forment, par le repos, un sédiment rouge ; dans le plasma, au contraire, la coagulation rapide de la fibrine ne leur permet pas, en général, de descendre au-dessous du niveau du liquide. Cette précipitation des globules, qui est plus ou moins rapide suivant leur propre densité et celle du liquide dans lequel ils sont en suspension, peut être déterminée aussi par leur *accolement* réciproque, manifeste surtout dans le sang inflammatoire ; là, en effet, les globules se précipitent si rapidement, qu'une portion du caillot est incolore. Mais le même phénomène s'observe aussi dans du sang parfaitement normal ; on le voit constamment, par exemple, dans les gouttelettes qu'on

tire de très-petites lésions de la peau, très-souvent aussi dans le sang des saignées. Dans ces cas, les globules s'appliquent face à face les uns sur les autres, et forment de petites *colonnettes* ou des *piles*, sur les côtés desquelles peuvent s'appliquer d'autres piles, d'où résultent souvent des arborisations très-compliquées, et même des réseaux qui couvrent tout le champ du microscope (fig. 441, *c*).

Outre les globules rouges, on trouve dans le sang un certain nombre d'éléments *incolores*, et ces éléments sont de deux espèces : des *granulations élémentaires*, de nature graisseuse, et de véritables *cellules*. Les premières ne diffèrent en rien de celles du chyle (voy. § 212); elles se rencontrent en nombre fort variable dans le sang : tantôt elles sont très-rares, ou même font complétement défaut; tantôt elles existent en nombre considérable ou même prodigieux, donnant au sérum une couleur blanchâtre ou laiteuse. Il est probable qu'elles se montrent dans le sang chaque fois que de la graisse a été versée dans ce liquide par le chyle, par conséquent, avec une alimentation ordinaire, trois à six heures ou plus après le repas; mais dans beaucoup de cas elles semblent disparaître pendant que le sang traverse les vaisseaux pulmonaires, attendu que Nasse (voy. Nasse, *Wagner's Handw.* I, p. 126) et d'autres observateurs ne les ont jamais trouvées dans le sang des organes chez les personnes bien portantes. J'ai fait la même observation sur mon propre sang. Chez les herbivores, au contraire, chez les oiseaux (oies), chez les animaux qui tettent (voy. mon mémoire, in *Würzb. Verh.*, t. VII), l'existence de ces molécules dans le sang paraît un fait constant; chez les femmes enceintes, après l'ingestion d'une quantité notable de lait ou d'eau-de-vie, chez les personnes soumises à la diète (par suite de la résorption des parties grasses du corps), les granulations graisseuses se rencontrent très-fréquemment. — Les cellules incolores, ou *corpuscules blancs du sang*, proviennent du chyle, et peuvent être appelées pour ce motif *corpuscules lymphatiques* ou *chyleux* du sang. Les unes ne renferment qu'un seul noyau, et ressemblent parfaitement aux petits éléments celluleux du chyle (voy. le paragraphe précédent); les autres contiennent *plusieurs noyaux*, et ont en moyenne 11 μ de diamètre. Ces dernières sont tellement semblables aux corpuscules du pus, qu'il est impossible d'établir une distinction entre les deux espèces de globules. Les gros corpuscules blancs sont rarement aussi granuleux que les petits; ordinairement ils sont homogènes, et leur contenu transparent. Il en résulte que leurs noyaux, arrondis et au nombre de deux ou trois, sont visibles sans préparation. Dans tous les cas, il suffit d'ajouter un peu d'acide acétique ou d'eau pour rendre les noyaux apparents. Ces réactifs ont pour effet de

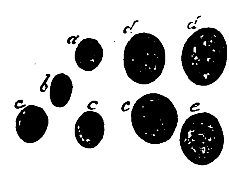


FIG. 442.

FIG. 442. — Globules blancs ou lymphatiques du sang. — *a*, *b*, petites cellules, telles qu'on les rencontre dans le canal thoracique. — *a*, cellule vue de face; *b*, cellule vue de profil; *c*, *c*, cellules avec un noyau apparent; *d*, *d*, grosses cellules, possédant plusieurs noyaux; *e*, *e*, *e*, les mêmes traitées par l'acide acétique, et dont le noyau est en voie de destruction ou détruit.

donner de la transparence au contenu, qu'il n'est pas rare de voir s'échapper au dehors, sous forme de gouttelettes, à travers les déchirures de la membrane. Souvent l'action de l'acide acétique est plus énergique, et ce réactif transforme les globules blancs en corpuscules échancrés et comme étranglés à leur partie moyenne, ou même les divise en un certain nombre (4, 5, 6 ou plus) de petites granulations jaunes, tandis que la membrane de cellule se dissout graduellement. Les autres réactions de ces corpuscules incolores du sang sont les mêmes que celles de toute autre cellule simple et délicate. Quant à leur nombre, il est assez variable, d'après les recherches faites jusqu'ici. Moleschott trouve la proportion des globules blancs aux globules rouges, en moyenne, de 1 à 335 (2, 8 sur 1000) ; d'après Marfels, elle est de 1 : 309 ; d'après Hirt, elle est, dans l'abstinence, de 1 : 1761, après le repas, de 1 : 695 — 1 : 429 ; d'après de Pury, de 1 : 290 — 1 : 500. Leur nombre est au-dessous de la moyenne, d'après Moleschott, chez les personnes à jeun, chez les jeunes filles menstruées et chez les vieillards. La moyenne se trouve dans le sang des hommes jeunes, soumis à un régime pauvre en albumine; elle est dépassée chez les hommes et les adolescents nourris avec des aliments albumineux (3,5 sur 1000), chez les femmes enceintes (3,6), les femmes menstruées (4,0) et chez les garçons (4,5). Chez les animaux soumis à l'abstinence, les globules blancs diminuent, ainsi que Heumann l'a constaté sur des pigeons, et finissent par disparaître complétement, du moins chez les grenouilles. De Pury, au contraire, trouva leur nombre relatif augmenté après une diète de trois semaines. Un fait très-remarquable, c'est l'augmentation, non-seulement relative, mais même absolue, du nombre des globules blancs à la suite des saignées. Cette augmentation a été telle chez le cheval, il est vrai, après une perte sanguine énorme (jusqu'à 50 livres), que les globules blancs étaient devenus aussi nombreux que les globules rouges. — Les globules sanguins incolores sont plus légers que les autres ; aussi sont-ils plus nombreux dans les couches supérieures du sang battu qu'on a laissé reposer ou du caillot sanguin. Les coagulums fibrineux obtenus par le battage contiennent beaucoup de globules blancs, qui, dans ces coagulums et surtout dans les masses fibrineuses blanchâtres qu'on obtient en exprimant le caillot, montrent les formes dilacérées les plus singulières, de manière à ressembler, parfois à s'y tromper, aux corpuscules de tissu conjonctif. Lorsque le caillot est recouvert d'une couenne, on rencontre toujours dans ce dernier une grande quantité de globules blancs, surtout si le nombre de ces globules a été accru par des saignées antécédentes; il arrive quelquefois, dans ces cas, que les globules en question forment la moitié de la masse de la couenne (Donders, Remak). — Ils ont d'autant moins de tendance à gagner le fond du vase, qu'en général ils ne se réunissent point en amas un peu considérables ou en piles, bien que leurs surfaces soient moins lisses et qu'ils s'accolent facilement les uns aux autres. Dans la leucémie, les

globules blancs du sang sont multipliés d'une manière extraordinaire, à ce point, parfois, que contre un de ces globules on ne rencontre que 7-21 globules rouges (de Pury). Dans la fièvre intermittente, malgré l'augmentation de volume de la rate, le nombre des globules blancs est diminué (Hirt). Sous l'influence d'une médication tonique (teinture de myrrhe, teinture amère, fer, kina), le nombre des globules blancs est déjà notablement augmenté au bout d'une demi-heure.

Sortis des vaisseaux, les globules blancs présentent les mêmes *mouvements amiboïdes* que les éléments correspondants de la lymphe, et M. Schultze nous a appris que ces mouvements se manifestent admirablement quand on élève la température du sang à celle du corps. M. Schultze distingue aussi de gros et de petits globules blancs, et, en outre, une espèce plus rare, formée de globules granulés, qui ne sont autre chose que les cellules granuleuses *incolores* qui, depuis longtemps, ont été signalées par moi et par d'autres parmi les éléments constituants peu nombreux du sang (voy. *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 578). Sauf les formes les plus petites, tous ces éléments, étant chauffés, présentaient des mouvements qui, dans les espèces les plus volumineuses, paraissaient même des mouvements de reptation. M. Schultze put aussi démontrer le passage de corpuscules étrangers, tels que le cinnabre, le bleu d'aniline et les corpuscules du lait, dans leur intérieur.

Caractères des globules sanguins dans les diverses espèces de sang. — Quelle que soit la sensibilité aux divers réactifs que présentent les globules sanguins en dehors de l'organisme, leur forme n'en est pas moins constante dans l'intérieur de notre corps; ainsi, non-seulement il est impossible de constater, à l'état physiologique, aucune différence notable et constante, soit entre les globules du sang artériel et ceux du sang veineux, soit entre les globules des différents organes, mais encore dans les maladies les plus diverses, ces globules ne présentent pas la moindre altération appréciable. Il est hors de doute, cependant, que, de même que la couleur et la composition chimique des globules sanguins, leur forme est soumise à certaines variations, certaines modifications dépendantes du degré de concentration ou de dilution du sang, de la richesse plus ou moins grande de ce liquide en sels de diverses espèces; mais ces changements sont si minimes, qu'il n'est nullement étonnant qu'on ait peu réussi jusqu'ici à les constater. Pour ma part, du moins, je dois déclarer hautement, avec Henle, que certaines formes exceptionnelles qu'on a signalées, telles que les corpuscules dentelés, les corpuscules sphériques plus petits, colorés ou non, ne se rencontrent jamais dans le sang en circulation. Peut-être parviendra-t-on un jour à reconnaître des degrés moindres d'aplatissement ou de gonflement. Mais dans ce genre de recherches, il faut ne jamais oublier avec quelle rapidité les globules sanguins changent de forme, et éviter de prendre pour l'état naturel une modification survenue en dehors de l'organisme. Les *rapports de quantité* des cellules sanguines paraissent bien plus variables. Les *globules rouges*

sont un peu plus nombreux dans le sang veineux que dans le sang artériel; au premier rang, à ce titre, se trouve le sang des veines sus-hépatiques, qui, d'après Lehmann, contient beaucoup plus de globules rouges que celui de la veine porte, et qui l'emporte même sur le sang des veines jugulaires, plus riche en globules que celui de la veine porte. Les *globules blancs*, d'après mes recherches et celles de Funke, existent en grande quantité dans le sang des veines spléniques, où ils renferment tantôt un seul noyau et tantôt plusieurs. (D'après Hirt, il y a dans l'artère splénique 1 globule blanc sur 2200 globules rouges; dans la veine correspondante, 1 globule blanc sur 60 globules rouges). Lehmann assure qu'il en est de même du sang des veines sus-hépatiques, dont les globules blancs se distinguent, en outre, par de grandes différences de volume. Ces particularités, que j'ai observées également dans beaucoup de cas, mais non dans tous, ne me semblent point constituer un caractère distinctif du sang des veines sus-hépatiques, car, sur des animaux parfaitement bien portants, j'ai trouvé une quantité non moins grande de globules blancs dans le sang de la veine porte, et Lehmann lui-même rapporte un fait analogue; il en est de même du sang des veines pulmonaires. La proportion de 1 : 740 indiquée par Hirt pour le sang de la veine porte, tandis que dans la veine hépatique elle est de 1 : 170, ne prouve encore rien, attendu que les chiffres indiqués sont les moyennes de trois observations dont les résultats offraient de très-grandes divergences. Ailleurs aussi, les globules blancs sont plus abondants dans le sang veineux que dans le sang artériel (Remak). Zimmermann a remarqué que ces globules n'avaient qu'un seul noyau dans la veine cave supérieure et la veine iliaque du chien, tandis qu'ils en contenaient plusieurs dans la veine cave inférieure. Quant aux gros globules blancs spéciaux à noyaux multiples, et aux cellules en huit de chiffre et à deux noyaux qu'on rencontre dans le sang du foie et de la rate, chez les jeunes animaux, voy. ci-dessus le § 163 et la figure 8.

Si, précédemment, nous avons décrit les globules rouges du sang comme des cellules à contenu épais, il est à remarquer que cette manière de voir n'est rien moins qu'incontestée, et que la constitution intime de ces éléments a été très-diversement envisagée par les investigateurs. Rien ne montre mieux combien les opinions sont divergentes à cet égard, que la diversité des avis relativement à toutes les parties qui entrent dans la composition des éléments en question. Ainsi, la membrane de cellule est admise ou rejetée (Beale, Brücke, M. Schultze et d'autres plus récents); le noyau a été trouvé par les uns (A. Böttcher), il est nié par les autres. Le contenu est considéré par les uns comme une solution visqueuse d'hémoglobuline, par d'autres, comme résultant de la combinaison d'un *stroma* incolore avec un liquide coloré. Quelques-uns y admettent du protoplasme (Hensen, Preyer); d'autres (Schultze) nient l'existence de cette substance. La plupart des auteurs, enfin, ceux même qui nient l'existence d'une membrane, appellent les corpuscules sanguins des cellules; M. Schultze leur refuse même ce titre.

qu'à cet âge, du moins, il y a dans ces cellules un véritable protoplasme contractile. Hensen et Preyer ont cru pouvoir admettre la même chose pour les cellules sanguines parfaites des amphibies, ce qui viendrait à l'appui de la théoric de Preyer.

Si nous retournons maintenant à notre point de départ, et si nous nous demandons quelle influence les modifications que nous venons d'étudier peuvent exercer sur l'étude des membranes des cellules sanguines, on peut dire, avec M. Schultze, que les faits en question sont d'un grand poids quand il s'agit de déterminer l'état d'agrégation des cellules rouges du sang. Mais je ne crois pas qu'ils constituent une preuve suffisante contre l'existence des membranes, car qui nous prouvera qu'une solution concentrée d'urée, une température de 52 degrés centigrades, ou certains phénomènes chimiques, n'ont pas détruit ou altéré les membranes qui existaient dans le sang extravasé ou tiré de la veine? D'autre part, en admettant que ces membranes possèdent une grande élasticité et des propriétés physiques peu différentes de celles du contenu, on pourrait voir sous un autre jour qu'on ne l'a fait jusqu'ici beaucoup des phénomènes décrits. On peut enfin soulever la question de savoir si la membrane des cellules sanguines, sans être détruite elle-même, ne serait pas susceptible de laisser transsuder son contenu en un seul ou en plusieurs points, comme cela a lieu, par exemple, pour les gouttelettes de mucus dont elles sont remplies, sur les cylindres d'épithélium de l'intestin, dont la base est indubitablement pourvue d'une membrane.

Je ne prétends certes pas donner l'une ou l'autre hypothèse comme démontrée; mais elles font voir qu'il n'est pas aussi facile qu'on l'a pensé, de prouver, d'une manière irréfragable, que la membrane n'existe point. On peut en dire autant des autres faits mis en avant dans le même but, et particulièrement des modifications observées dans les cellules sanguines, par Rollett et Neumann, sous l'influence des courants électriques. Dans ces cas, on a vu aussi des particules se détacher des cellules et celles-ci confluer en grosses gouttes, phénomènes que Neumann lui-même ne considère nullement comme prouvant que la membrane fait défaut primitivement. Il n'est pas difficile de comprendre, en admettant une membrane molle et extensible, que des cellules, soumises à une certaine compression, puissent revêtir les formes les plus singulières, que des fragments puissent s'en détacher sans que le contenu s'écoule (Rollett), que des cellules sanguines de grenouille, devenues sphériques, laissent échapper leur noyau, comme l'ont vu tous les histologistes, sans que l'on aperçoive la moindre déchirure ou sans que le contenu passe au dehors.

Enfin on a objecté à l'idée d'une membrane que les cellules sanguines ne présentent point de double contour (Brücke) et qu'elles cristallisent en masse (Beale). Tout cela est vrai, mais non démonstratif. Des contours simples ne prouvent pas qu'il n'y a point de membrane; je l'ai démontré plus haut (p. 14), et pour ce qui est de la transformation des cellules en cristaux, personne ne doute qu'elle ne s'opère que par suite d'une altéra-

tion notable des caractères chimiques, altération à laquelle peuvent participer aussi les enveloppes.

S'il est ainsi démontré que jusqu'ici il n'a pas été prouvé que les cellules sanguines soient dépourvues primitivement de membrane d'enveloppe, nous devons nous demander, en second lieu, si l'existence de cette membrane peut être démontrée. C'est particulièrement sur les grandes cellules sanguines des amphibies nus, traitées par divers réactifs (sublimé, Harting, *Ned. Lanc.*, 1851-52, p. 224 ; acide nitrique à 2-3 0/0, Reichert ; acide phosphorique, Neumann ; tannin, acide acétique), qu'on a positivement reconnu une membrane ; et quant à moi, je considère ces faits comme probants. Mais celui qui veut douter, pourra toujours dire que les enveloppes qui apparaissent sont produites par le réactif. Il n'en est pas de même quand on se sert d'eau ou d'une substance neutre en solution diluée, lesquelles dissolvent l'hémoglobine en laissant des enveloppes remplies du liquide employé, et sur lesquelles il est facile de constater, chez les amphibies, des contours doubles et, dans diverses circonstances, un plissement. Ce fait me paraîtra pleinement démonstratif, tant qu'on n'aura pas prouvé que les cellules sanguines contiennent une substance que l'eau coagule, ce qui n'a pas été fait jusqu'ici. Je ferai remarquer ensuite que les cellules sanguines de la grenouille éclatent sous l'influence de la pression, et que dans cette rupture, la membrane devient visible (voy. A. Böttcher, *Virch. Arch.*, t. XXXVI, p. 384); que les mêmes cellules se décolorent *spontanément*, et que pendant ce temps, les enveloppes deviennent évidentes (A. Böttcher, *l. c.*); que l'addition de diverses substances détermine le retrait du contenu coloré (voy. surtout Hensen, *l. c.*); et enfin que j'ai observé (*Cyclop. of Anat.*, art. SPLEEN, fig. 537), ainsi qu'Owsjannikow, des cristaux d'hémoglobine dans des enveloppes incontestables et vides, qui, chez des poissons, outre les cristaux, contenaient un noyau.

Relativement à la composition des cellules sanguines, je ferai remarquer encore que A. Böttcher a cru pouvoir admettre un noyau dans les cellules des mammifères. Mais, de même que Klebs et Henle, je dois exprimer les doutes que cette opinion m'inspire; il me paraît certain, en effet, qu'*en général*, ce qui reste des cellules sanguines des mammifères après l'extraction de la matière colorante, c'est l'enveloppe. Par contre, il ne me paraît pas impossible que ce que Böttcher a représenté dans ses fig. 5 *d*, *d'*, 6 et 7, fût un reste des noyaux; toujours est-il que les particules étaient tout autrement conformées que les noyaux que l'on trouve chez les embryons de mammifères et chez les vertébrés inférieurs. — Quant à la composition du contenu, il résulte des recherches de Hoppe qu'elle est différente chez les divers animaux, et que l'on doit expliquer

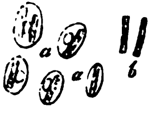


FIG. 443.

FIG. 443. Corpuscules sanguins de la rate et de la veine splénique du *Perca fluviatilis*, renfermant des cristaux jaunes. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, cellules traitées par l'eau ; *b*, cristaux libres.

ainsi les résultats contradictoires obtenus relativement à l'existence ou à l'absence du protoplasme ou d'un *stroma*, c'est-à-dire d'une substance servant de support à l'hémoglobine. Les cellules sanguines de l'*homme* et du *chien* ne contiennent, à part quelques traces de diverses substances, que de l'hémoglobine cristallisable, tandis que celles des oiseaux et de plusieurs mammifères renferment aussi des proportions notables de principes albumineux. Chez les premiers, par conséquent, ce qui reste après l'extraction de l'hémoglobine, ne peut être que l'enveloppe, tandis que chez les autres, le contenu peut renfermer, en outre, d'autres substances, que l'on peut provisoirement désigner sous le nom de protoplasme, d'autant mieux que Hensen et Preyer ont démontré le fait chez les amphibiens, au moyen du microscope. Depuis longtemps on sait que les cellules sanguines embryonnaires en voie de développement, même après s'être colorées, renferment encore du protoplasme et des granulations vitellines, et peut-être de nouvelles recherches sur la contractilité des cellules sanguines montreront-elles qu'à une certaine époque les cellules rouges de l'embryon, et peut-être aussi de l'adulte, sont encore contractiles.

Quant à la *signification des corpuscules sanguins en général*, il n'est nullement douteux, à mon avis, que ces globules n'aient droit au nom de *cellules*, qu'on leur accorde ou non une enveloppe. Voyez, à cet égard, les principes qui ont été établis § 5, principes qui concordent avec l'analyse qui a été donnée, indépendamment de moi, par A. Böttcher, in *Virch. Arch.*, t. XXXVI, p. 418 et suivantes.

On a fait une foule d'expériences pour déterminer l'influence qu'exercent les divers *agents chimiques* sur les globules sanguins; mais les résultats auxquels on est arrivé n'ont qu'une médiocre importance; aussi ne rapporterai-je ici, d'après mes propres essais, que les réactions qui pourront éclairer l'anatomie ou la physiologie du sang. Traités *par l'eau*, les globules sanguins commencent par prendre une forme sphérique; ils deviennent plus petits, leur diamètre transversal diminuant d'étendue, tandis que leur épaisseur augmente (4,5 à 5,4 μ) : c'est ce que l'on constate très-bien sur des corpuscules empilés en colonne. Puis la matière colorante et une portion du contenu des globules sont entraînées par l'eau, tantôt lentement et sans autre modification de volume, tantôt subitement et avec un gonflement saccadé des corpuscules; la liqueur sanguine se colore ainsi en rouge foncé, tandis que les globules pâlissent et se transforment en vésicules ou anneaux incolores, qu'il est souvent extrêmement difficile d'apercevoir. Mais il est possible de les rendre plus apparents en y ajoutant de la teinture d'iode, qui les colore en jaune, ou certains sels (sel de cuisine, nitre, etc.), de l'acide gallique ou chromique, qui les font revenir sur eux-mêmes et leur donnent des contours plus nets. On peut se convaincre de la sorte que l'eau ne dissout ni n'altère les globules sanguins. Toujours quelques corpuscules isolés résistent plus longtemps à l'action de l'eau, et restent rouges alors que déjà tous les autres ont perdu leur principe colorant; mais il n'est point démontré que ce soient là des corpuscules plus jeunes ou plus vieux, comme on l'admet ordinairement. On pourrait dire, en faveur de la dernière hypothèse, que les vieilles cellules ont, en général, une membrane plus dense que les jeunes, et que les globules sanguins qui sont sortis du torrent circulatoire, ceux d'un épanchement, par exemple, deviennent, avec le temps, de plus en plus inaltérables; mais il faut convenir que ni l'une ni l'autre opinion ne s'appuient sur des faits certains. Une foule de substances

agissent sur les globules comme l'eau, mais plus énergiquement, en général, et même en les détruisant : tels sont les *acides* et les *alcalis*, qui cependant n'ont pas tous la même énergie. L'*acide gallique*, l'*acide pyroligneux*, l'*eau chlorée*, les *solutions aqueuses d'iode*, l'*éther sulfurique*, le *chloroforme*, exercent à peu près la même influence que l'eau. Les trois premières substances transforment les globules en anneaux pâles, mais distincts; tandis que l'éther sulfurique, s'il ne les dissout pas complétement, comme l'a prétendu v. Wittich, les convertit instantanément en cercles à peine visibles au milieu du coagulum finement granulé qui se produit en même temps : le diamètre des globules ainsi altérés n'est qu'un tiers ou un quart de leur diamètre primitif; mais on peut les rendre de nouveau un peu plus distincts en y ajoutant certains sels, tels que le nitre, par exemple. Je n'ai jamais vu, dans ces conditions, les globules se dissoudre d'une manière complète. Le *chloroforme* agit de la même manière, mais plus lentement; il commence par rendre les corpuscules notablement plus petits et jaune brillant. — L'*acide acétique* au dixième fait pâlir instantanément les globules sanguins, au point qu'ils sont à peine visibles; mais, dans cet état, ils ne sont nullement dissous, et, au bout de plusieurs heures, on les retrouve encore sous la forme d'anneaux très-pâles. Une solution au cinquième agit déjà plus énergiquement; dans l'acide acétique glacial, enfin, les globules disparaissent complétement dans l'espace de deux heures, au milieu d'un sang brun et visqueux. L'*acide sulfurique concentré* donne au sang une coloration noir-brun; les corpuscules sont alors devenus pâles et difficiles à reconnaître, bien qu'ils conservent un peu de couleur; leurs contours sont confondus. En y ajoutant du nitre ou de l'eau, laquelle donne naissance à un précipité particulier, les corpuscules deviennent apparents, sous la forme de grains sphériques d'un jaune pâle. Au bout de quelques heures, la dissolution est complète. — L'*acide chlorhydrique concentré*, qui colore le sang en brun et y détermine un précipité blanc, amène, quand il afflue lentement, un retrait dans la plupart des globules, dont beaucoup deviennent granuleux; il produit aussi, dans quelques-uns, des déchirures, à travers lesquelles le contenu s'échappe au dehors sous l'aspect d'un bâtonnet, formant au corpuscule comme un pédicule; puis tous les corpuscules pâlissent, au point qu'ils cessent presque d'être visibles, si l'on n'y ajoute un sel. Au bout de plusieurs heures, beaucoup d'entre eux sont dissous; quelques-uns cependant résistent plus longtemps. — L'*acide nitrique* colore le sang en brun-olive, et les corpuscules en vert; ces derniers se ratatinent, mais ne diminuent point de volume; les uns sont englobés dans le caillot en voie de formation, les autres restent libres et couvrent le caillot. Après plusieurs heures, il n'y a encore aucune trace de dissolution; cependant, au bout d'un jour, elle commence à s'effectuer. Parmi les *alcalis*, c'est la *potasse* qui agit le plus énergiquement sur le sang : une dissolution au dixième de ce réactif donne au sang une couleur noire et dissout instantanément tous les corpuscules, devenus sphériques et plus petits. Il en est de même d'une dissolution au cinquième, laquelle ne laisse des corpuscules que des anneaux pâles; au contraire, une solution concentrée, formée de deux parties de potasse et d'une partie d'eau, n'altère point les corpuscules, si ce n'est qu'elle les rapetisse énormément; ces éléments conservent leur forme sphérique, ou bien ils deviennent dentelés ou plissés. Cette solution coagule le sang, qui prend au commencement une couleur rouge-brique, puis une couleur brune noire. En ajoutant ensuite de l'eau, on voit les corpuscules grossir plus que dans n'importe quel réactif, et acquérir jusqu'à 13 μ de diamètre, tout en restant généralement aplatis, pour se dissoudre ensuite comme dans les solutions de potasse étendues. — La *soude* et l'*ammoniaque caustiques* au dixième se comportent comme les solutions correspondantes de potasse; leur action est cependant un peu plus faible; une solution concentrée de soude, au contraire, agit exactement comme la potasse concentrée. Le phénomène de la *diminution de volume* des corpuscules sanguins, que nous ont montré plusieurs des substances mentionnées précédemment, se manifeste dans beaucoup d'autres circonstances; il dépend d'une soustraction d'eau opérée par toutes les solutions concentrées. Presque toujours, dans ces cas,

la couleur du sang devient plus claire, en général rouge-brique, parce qu'alors les corpuscules réfléchissent partiellement la lumière ; ce changement de couleur, cependant, n'est pas en rapport avec le degré de retrait des corpuscules (Moleschott). Déjà la simple évaporation de l'eau du sérum suffit pour ratatiner plus ou moins les cellules, qui, en même temps, se transforment en globules arrondis, foncés, brillants, de 12 à 15 μ de diamètre, ou bien en corpuscules dentelés ou étoilés, et enfin en lamelles diversement recourbées ou plissées. Telle est aussi l'action des sels métalliques ou autres, en solution concentrée, quand ils ne détruisent pas immédiatement les globules, comme fait la pierre infernale, par exemple. Donders et Moleschott ont étudié avec beaucoup de soin les réactions des sels solubles qu'on rencontre dans le sang ; mais les résultats que j'ai obtenus ne concordent pas avec ceux de ces anatomistes. D'après mes recherches, les sels neutres agissent de la même façon que sur les filaments spermatiques ; les chlorures et les nitrates l'emportent en énergie sur les sulfates et les phosphates. Ainsi, les globules se rétractent déjà fortement dans une solution au centième de chlorure de sodium, tandis que dans des solutions également concentrées de sulfate de soude ou de magnésie, ils se comportent comme dans l'eau, et qu'ils ne commencent à se rapetisser que dans une solution au dixième de ces sels. Pour conserver les cellules sanguines sans altération, il faut prendre une solution de sel de cuisine à 1/2 pour 100, ou une solution à 5-6 pour 100 de sel de Glauber. Un fait curieux que j'ai observé, c'est que des solutions salines concentrées commencent par ratatiner les globules sanguins, puis les gonflent de nouveau et, en définitive, les décolorent ; ici encore le sel de cuisine agit plus énergiquement que les autres sels. Ce gonflement des cellules a été vu également par Botkin, qui, toutefois, ne s'est pas servi de cette circonstance pour expliquer un phénomène observé par lui, c'est que le sang, rendu rouge vif par une solution saline concentrée, reprend plus tard une couleur foncée. D'après Botkin, des cellules sanguines qui avaient été traitées par de fortes solutions salines, sont plus rapidement détruites par l'eau que celles pour lesquelles on n'avait employé que des solutions faibles, parce que, comme il l'admet avec raison, dans le premier cas, le courant endosmotique est trop fort. — *L'alcool*, la *teinture d'iode*, l'*acide chromique* et la *créosote* produisent les mêmes modifications que les sels concentrés : les deux premières substances rapetissent et ratatinent les globules, les deux autres les rendent, en outre, granuleux. La créosote est très-remarquable sous ce rapport ; elle transforme les corpuscules du sang, en partie, en molécules et en sphères homogènes ou granulées, très-foncées et même brillantes comme les granulations graisseuses, en partie, en très-belles vésicules transparentes, qui souvent deviennent polygonales par pression réciproque. — D'après certaines observations anciennes et récentes, particulièrement celles de Kühne (Virch., *Arch.*, t. XIV, p. 333), les sels sodiques des acides glycocholique, cholalique et choloïdinique, à n'importe quel état de concentration, dissolvent complétement les cellules sanguines de l'homme et des animaux, à l'exception de celles de la grenouille. Tel est aussi le mode d'action de la *bile* humaine. — Les rapports de l'oxygène avec les globules sanguins sont d'une haute importance. Il y a plusieurs années, Schœnbein et His ont montré que les cellules sanguines ont le pouvoir de séparer l'oxygène électrisé positivement, ou l'*antozone*, de certaines combinaisons, et de le porter sur d'autres principes, qui sont ainsi oxydés, comme s'ils avaient été soumis à l'influence de l'oxygène électrisé négativement (ozone). En outre, A. Schmidt croit avoir prouvé que les cellules sanguines peuvent aussi rendre actif l'oxygène neutre ou atmosphérique. (Voyez sur cette question, très-importante pour la physiologie, les travaux approfondis de cet auteur.) Pour l'histologiste, un grand intérêt s'attache aux modifications que l'oxygène fait éprouver aux cellules sanguines. L'oxygène n'exerce aucune influence sur la couleur de l'hémoglobine pure ; l'acide carbonique, au contraire, la rend rouge foncé (A. Schmidt). Mais pour peu que, dans la solution de matière colorante, se trouvent des restes des enveloppes des cellules sanguines, comme cela avait lieu dans les anciennes expériences de Brück, l'oxygène les rend

plus vif, et ce fait se produit à un degré plus marqué encore dans un rmant des cellules sanguines intactes, ce qui ne peut dépendre que d'un it de forme des cellules (A. Schmidt), ainsi que cela avait déjà été annoncé et Harless ; mais cette explication a été ensuite révoquée en doute. Si l'on de l'oxygène neutre à travers une couche mince de sang, le liquide u à peu couleur de laque, la matière colorante du sang s'échappe des les enveloppes finissent par se dissoudre elles-mêmes. Ces phénomènes ent, chez les chiens, au bout de quinze à dix-huit heures déjà; chez le ès deux jours et demi; chez le bœuf, après huit à dix jours seulement. nergique est l'action de l'oxygène électrisé (ozone), qui produit en quel-es ou heures ce qui nécessitait précédemment plusieurs jours (A. Schmidt). it prétendu autrefois qu'un afflux alternatif d'oxygène et d'acide carbonique olution des globules sanguins; A. Schmidt n'a rien vu de semblable. — qu'un certain degré de chaleur (voy. plus haut), la *congélation* détruit les nguines (Rollett), mais en conservant les enveloppes (A. Böttcher, en oppo-Rollett). D'après Pouchet (*Revue méd.*, 1851, t. II, p. 689), dans les cas de partielle, la pénétration du sang altéré, en quantité assez considérable, culation produirait la mort chez les animaux. — L'*électricité* détruit égale-llules sanguines, les courants constants, par suite d'électrolyse, et peut-être ne le présume A. Schmidt (Virch., *Arch.*, t. XXXI, p. 29), sous l'influence te de l'ozone produit par le courant électrique. Dans ce cas, les cellules e dissolvent au pôle *négatif* sans laisser de traces, après être devenues ntelées, puis de nouveau arrondies, tandis qu'au pôle positif, l'oxygène simplement, et les enveloppes (*stroma* des auteurs) se conservent (Neu-décharges électriques (Rollett) et les courants induits (Neumann) rendent d'abord dentelées, puis arrondies, en même temps que beaucoup de ces confondent (voy. plus haut) ; enfin, les globules abandonnent toute leur orante, mais conservent leurs enveloppes.

les sanguins des animaux. — Les corpuscules sanguins des *mammifères*, qui vus de noyaux, ont la même forme que ceux de l'homme. Ceux du chameau seuls sont elliptiques et mesurent 8 μ de longueur. Ils sont, en général, que chez l'homme; ceux du chien ont 7,3 μ, ceux du lapin 6,9 μ, du chat la chauve-souris (*V. noctula*) 6,1 μ, du loir 6,2 μ, du rat 6,3 μ, du du cheval et du bœuf 5,6, du mouton 5 μ, de la chèvre 4,6 μ ; les plus eux du cochon d'Inde (2,5 μ). Rarement les corpuscules ros que chez l'homme; ceux de l'éléphant, cependant, Tous les vertébrés d'un ordre inférieur, à très-peu s près, ont des corpuscules sanguins *elliptiques*, *munis* et de la forme d'une graine de courge. Les corpuscules ont de 12 à 14 μ de longueur, 6,5 à 8 μ de largeur, ı arrondi. Ceux des amphibies mesurent de 15 à 58 μ r et renferment des noyaux sphériques ou elliptiques, Vaillant prétend avoir observé, chez le *Siren*, une mem-ajoutant de l'eau iodée. Les plus volumineux sont ceux ies nus (grenouille, 21 à 22 μ de longueur sur 55 μ de largeur; *Triton* 9 μ de longueur sur 19 μ de largeur; salamandre, 37 μ de longueur, rgeur; *Proteus anguineus*, 58 μ de longueur, 33-35 μ de largeur; *Crypto-ponicus*, 51 μ de longueur, 31 de largeur; *Siren lacertina*, d'après -58 μ de longueur, 24-27 μ de largeur). Ceux de l'*Amphiuma tridactylum* s Riddell (*Journ. de la phys.*, p. 159), d'un tiers plus grands que ceux et par conséquent, si cela est exact, les plus gros des corpuscules

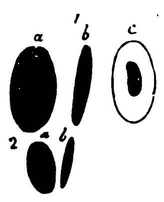


FIG. 444.

— 1. Cellules sanguines de la grenouille. — *a*, cellule vue de face; *b*, cel-rofil; *c*, cellule décolorée par l'eau.
es sanguines du pigeon. — *a*, de face; *b*, de profil.

cristaux au pôle positif, la *libération* complète des *gaz du sang* (Rollett), la destruction des cellules sanguines par la putréfaction (A. Böttcher), divers agents chimiques, tels que le chloroforme (A. Böttcher), le sulfate de soude et le sulfate de magnésie secs, le phosphate de soude, l'acétate de potasse, le nitrate de potasse (A. Böttcher et Bursy), l'alcool et l'éther. On réussit très-facilement à montrer les cristaux chez le cochon d'Inde et l'écureuil, puis chez le chien, plus difficilement chez l'homme et les autres mammifères. Il suffit souvent, pour les produire, d'abandonner à lui-même, sous une lamelle de verre, du sang étendu avec un peu d'eau. Mais, suivant Böttcher, le moyen le plus certain est fourni par le chloroforme, soit qu'on secoue dans une éprouvette du sang étendu d'eau avec quelques gouttes de chloroforme et qu'on l'expose ensuite au froid, soit qu'on expose aux vapeurs de chloroforme une mince couche de sang dans une chambre humide, en soulevant la lamelle de verre pour donner accès à l'air. Pour ce qui est des causes de cette production de cristaux, il semble que l'oxydation de l'hémoglobuline y joue le principal rôle; mais les doutes ne sont pas encore entièrement levés à cet égard. Dans tous les cas, partout où l'hémoglobuline dissoute cristallise, les enveloppes des cellules sanguines ne participent en rien au phénomène. Mais la matière colorante peut aussi cristalliser dans l'intérieur des cellules, comme nous l'avons vu plus haut. Dans d'autres cas, les cellules sanguines semblent en totalité se transformer en cristaux; nous ne savons ce que deviennent alors les enveloppes.

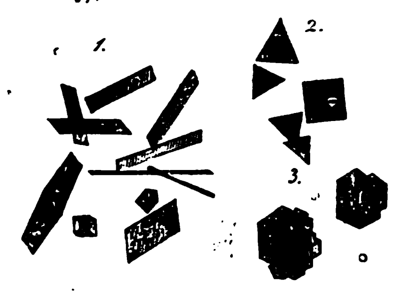


FIG. 445.

Les cristaux d'hémoglobuline, qui se rencontrent dans toutes les classes de vertébrés, ainsi que chez les invertébrés, sont des aiguilles, des colonnes, des tablettes rouges ou incolores (Rollett doute qu'il y ait des cristaux sanguins incolores), parfois aussi des tétraèdres, des octaèdres (cochon d'Inde, rat) ou des tables hexagonales (écureuil, souris [Bojanowsky]). Ces cristaux appartiennent, d'après v. Lang, au système rhombique et hexagonal et sont pléochromatiques. Ils se distinguent par leur peu de stabilité, attendu qu'ils se détruisent à l'air et sont très-solubles dans l'eau, ainsi que dans l'acide acétique, les alcalis, l'acide nitrique et dans l'oxygène ozonisé. L'alcool rend ces cristaux insolubles ; mais, sous l'influence de l'acide acétique, ils se gonflent du triple ou du quadruple, et reviennent à leur volume primitif quand on les lave ensuite à l'eau (cristaux de Reichert). Exposés à l'air, ils se décomposent; calcinés, ils laissent une cendre contenant du fer. — Pour plus de détails, voyez les travaux de Funke, Lehmann, Rollett, A. Böttcher et A. Schmidt.

§ 214. — **Considérations physiologiques.** — Le développement des cavités sanguines a lieu partout d'après le même type, en ce sens que ces cavités représentent toutes des *conduits intercellulaires*. Considérées en particulier, elles présentent néanmoins quelques divergences, qu'il importe de passer en revue. Il faut aussi ne pas perdre de vue que la formation première des cavités sanguines, chez l'embryon, et leur développement ultérieur, sont deux phénomènes bien distincts.

Le *cœur* et les *premiers gros vaisseaux* de l'embryon (arc aortique, veines omphalo-mésentériques) représentent, dans leurs premiers rudiments, des *cordons celluleux pleins*, qui deviennent des cavités sanguines par suite

FIG. 445. — Cristaux extraits du sang frais. — 1, cristal prismatique de l'homme ; 2, tétraèdre du côchon d'Inde ; 3, plaques hexaédriques de l'écureuil. — D'après Funke.

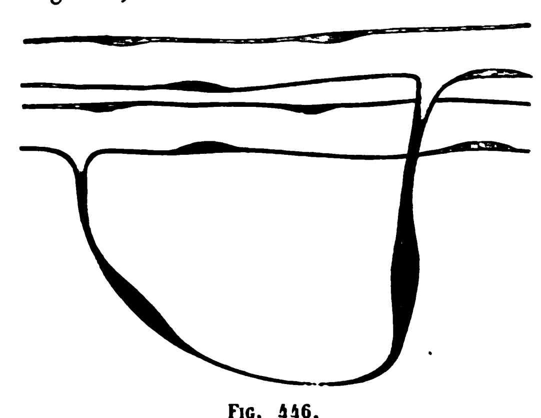
d'une sécrétion de liquide dans leur intérieur. Quand ces parties ont persisté quelque temps dans cet état d'utricules celluleux, où, du reste, le cœur exécute déjà des mouvements de contraction, les cellules de leurs parois commencent à se transformer, pour donner naissance aux divers tissus fibreux et aux membranes. En même temps les vaisseaux prennent plus d'ampleur, ce qui dépend, dans l'origine, et d'une multiplication des cellules qui les composent, et d'une apposition de nouvelles cellules provenant des tissus voisins, plus tard, après un laps de temps encore indéterminé, principalement ou même exclusivement d'une augmentation dans la longueur et l'épaisseur des éléments déjà formés.

Tous les petits vaisseaux du premier cercle circulatoire de l'embryon se forment, d'après les recherches les plus récentes de His (*Arch. f. Anat.*, II, p. 514) et de Afanasieff (*Wien. Sitzungsb.*, t. LIII, p. 560), non aux dépens de cordons celluleux solides, comme Remak l'avait affirmé autrefois, mais comme des *conduits intercellulaires* tapissés d'une seule couche de cellules, dont le mode de formation, du reste, n'est pas encore suffisamment élucidé; ces conduits, que j'appellerai *vaisseaux primitifs*, sont le point de départ de toutes les autres formations de vaisseaux. La manière dont ce développement s'opère, n'est pas encore complétement élucidée. Mais nous avons appris dans ces derniers temps que les capillaires eux-mêmes ont des parois formées de cellules indépendantes, d'où nous pouvons tirer cette conclusion, que les tubes celluleux, ou vaisseaux primitifs du premier cercle circulatoire, continuent à se développer comme tels, et constituent ainsi les rudiments de tous les vaisseaux futurs.

Quelques renseignements sur ces phénomènes nous sont fournis par les observations relatives à la formation des capillaires de l'embryon et des larves; mais toutes ces observations ont été faites à une époque où l'on ne connaissait pas encore la véritable texture des capillaires, que l'on croyait pourvus d'une paroi amorphe. Toutefois, on peut en déduire certaines conséquences, si l'on ajoute que *chez les embryons aussi, on peut démontrer*, au moyen du nitrate d'argent, comme j'ai pu le faire récemment sur des têtards, que *la paroi des capillaires est composée de cellules plates isolées.*

Dans les larves de batraciens, mes observations anciennes (*Ann. des sc. nat.*, 1846) et récentes ont montré que les phénomènes se passent comme il suit. L'artère et la veine caudales, qui sont d'abord les seuls vaisseaux de la queue, à l'extrémité de laquelle elles se continuent l'une avec l'autre en arcade, ont la texture des véritables capillaires, et même sur des larves d'un certain âge on peut encore, par le nitrate d'argent, reconnaître les cellules dont se compose leur paroi. Or, dans la formation des premières ramifications vasculaires fines de la queue, on voit naître d'abord de *simples arcs vasculaires, dont les uns vont de l'artère à la veine*, dont les autres unissent entre elles des portions voisines du même vaisseau, c'est-à-dire, vont d'une portion d'une artère ou veine à une autre. Tous ces arcs, dans l'origine, ne sont pas perméables au sang, et se développent de la manière

suivante : Sur les vaisseaux déjà formés, il pousse, en certains points, des espèces de bourgeons pleins, qui tantôt s'unissent entre eux, tantôt, et c'est la règle à cette époque, deviennent confluents deux à deux par l'intermédiaire de cellules fusiformes qui se trouvent dans la substance conjonctive des bords de la queue (fig. 446). Une fois formées, ces anastomoses *deviennent creuses* peu à peu, *à partir des vaisseaux déjà perméables au sang*, et admettent d'abord du plasma seulement, mais bientôt aussi des cellules sanguines, et alors les vaisseaux nouveaux sont formés. Dans la suite, il naît de ces premiers arcs vasculaires, et çà et là aussi de l'artère et de la veine, de nouveaux bourgeons, qui derechef s'unissent en partie entre eux et en partie deviennent confluents par l'intermédiaire des *cellules fusiformes et étoilées* de la substance conjonctive voisine, puis semblent se creuser d'une cavité ; et c'est ainsi que se produit enfin, les mêmes phénomènes se répétant sans cesse, le réseau vasculaire tout entier des bords de la queue. A cet égard, il est encore à remarquer, d'abord, que les corps des cellules formatrices originaires ne se reconnaissent plus dans la suite à des régions élargies, mais seulement par la position des noyaux, et, en second lieu, qu'il n'est pas rare de voir s'établir, entre deux capillaires depuis longtemps perméables, de nouvelles communications qui, sans participation de cellules indépendantes, s'effectuent simplement par fusion de deux prolongements vasculaires.


FIG. 446.

Ce mode de formation des capillaires, que Schwann a le premier formulé, que plus tard j'ai établi sur des observations directes, et qu'on peut démontrer aussi avec facilité sur les parties transparentes appartenant aux embryons des mammifères, a été interprété par Schwann, par moi, et plus tard par beaucoup d'autres, en ce sens qu'on admettait que les capillaires sont des conduits intracellulaires, c'est-à-dire des espaces résultant de la fusion des cavités des cellules, et qu'ils continuent aussi à se développer comme tels. Mais comme, d'après nos observations, les capillaires de la queue des têtards sont des conduits intercellulaires, et comme leurs parois ne sont pas formées de cellules fusionnées, cette interprétation n'est plus possible, et les vaisseaux, de même qu'ils sont des conduits intercellulaires dans l'origine, ne peuvent pas non plus se

FIG. 446. — Artères et veine caudales d'un jeune têtard, ayant la structure des capillaires, et unies entre elles par une anse vasculaire en voie de formation, à laquelle participent deux corps de cellules. — Grossissement de 350 diamètres.

développer comme tels dans la suite. Mais la manière dont s'opère ce développement, reste encore à déterminer, et des recherches heureuses au moyen du nitrate d'argent peuvent seules nous renseigner à cet égard, attendu qu'aucun autre procédé ne permet de mettre en évidence les limites des cellules formatrices de ces vaisseaux. Les tentatives que j'ai faites dans cette direction sur des têtards ont complétement échoué; j'ai bien pu mettre en évidence les contours des cellules sur des capillaires complétement formés, mais jamais sur des capillaires en voie de développement. Je ne crois pas non plus qu'il soit facile d'arriver à quelque chose de décisif sur ces larves; j'espère tout, au contraire, de l'examen des capillaires de jeunes embryons de mammifères ou de poules, particulièrement de l'allantoïde, dont, à l'époque où je me livrais à ces recherches, je ne pouvais pas disposer.

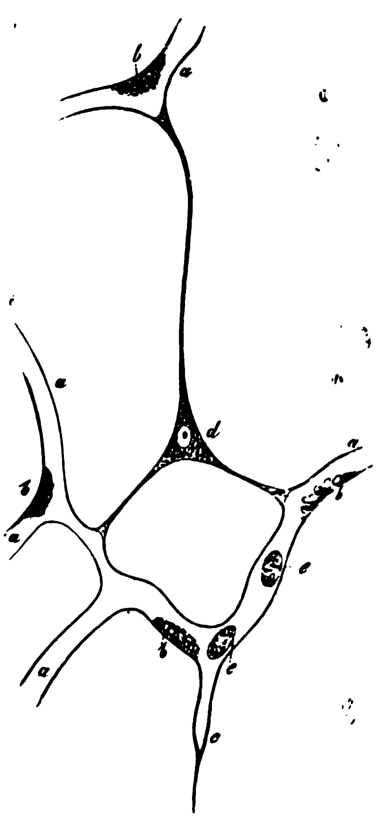


Fig. 447.

Cette lacune dans les observations, je me permets de la combler au moyen d'une hypothèse, qui montrera au moins qu'il est possible de concilier les faits indubitables rapportés ci-dessus avec les nouveaux aperçus sur la texture des capillaires. Pour rendre la chose plus nette, j'engage le lecteur à jeter les yeux sur la figure schématique 449. Dans la figure A, 1 représente une simple excroissance d'un vaisseau capillaire, excroissance formée des extrémités inégalement longues de deux cellules de la paroi vasculaire (*a* et *b*) (qu'on peut regarder aussi comme des excroissances des bords contigus de deux cellules voisines), sur lesquelles le noyau n'est représenté que dans une d'elles (*a*). En 2, se voient deux de ces bourgeons (*bb*, *cc*), liés à une cellule moyenne et représentant une anastomose en voie de formation. En 3, enfin, est représentée une semblable anastomose sans intermédiaire d'une cellule.

Fig. 447. — Capillaires de la queue d'un têtard. — *a*, capillaires parfaits; *b*, noyaux de cellules et restes du contenu des cellules formatrices primordiales; *c*, prolongement en cul-de-sac d'un vaisseau; *d*, cellule formatrice étoilée, unie par trois prolongements avec trois prolongements appartenant à des capillaires déjà perméables; *e*, globules sanguins contenant encore quelques granulations. — Grossissement de 350 diamètres.

Maintenant si l'on admet que les prolongements de deux cellules de la paroi capillaire sont d'abord très-rapprochés l'un de l'autre, il doit en résulter l'apparence d'un bourgeon plein, comme on le voit toujours dans la première période. Si l'on se figure ensuite que ces prolongements se développent en rubans aplatis, recourbés, et se séparent partiellement les uns des autres, comme la chose est représentée grossie sur une coupe transversale en B, et si l'on ajoute, du reste, que ce phénomène commence au voisinage des capillaires déjà perméables, on concevra aussi comment les bourgeons deviennent creux graduellement et s'unissent avec les capillaires déjà pleins de sang. Une cellule est-elle située entre deux excroissances, il faudrait simplement admettre qu'elle s'aplatit et s'enroule complétement, en contractant avec les excroissances qui se joignent à elle de chaque côté les mêmes relations qui existent entre les deux portions de chaque excroissance. Au moyen d'une hypothèse, on arrive ainsi, comme on voit, sans grande difficulté, à faire concorder les observations anciennes avec les connaissances nouvelles; mais naturellement la démonstration directe des phénomènes qui accompagnent le développement des capillaires, pourra seule fournir le degré de certitude exigible.

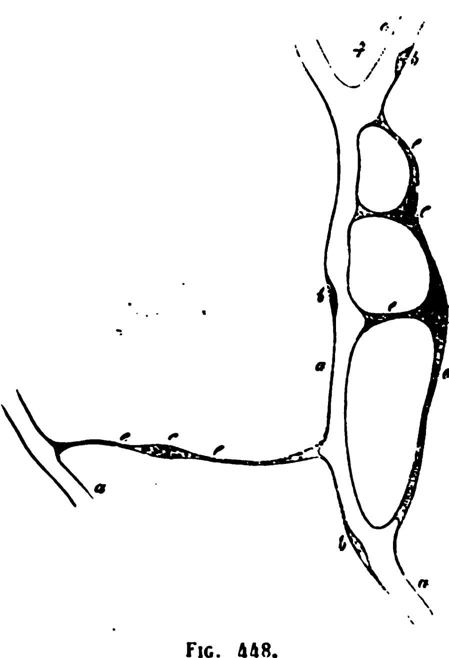


Fig. 448.

Je ferai remarquer encore que les cellules formatrices des capillaires doivent être considérées comme des protoblastes et des éléments doués d'une grande énergie de croissance, montrant probablement aussi des phénomènes de mouvement indépendants de la croissance, et jouant peut-être un rôle dans le développement ultérieur des vaisseaux.

Nous avons vu plus haut que les vaisseaux de la première circulation, à l'exception des grosses artères et veines, sont tous de simples tubes celluleux. De ces tubes celluleux ou *vaisseaux primitifs* naissent non-seulement les capillaires futurs, mais encore tous les gros vaisseaux,

Fig. 448. — Capillaires de la queue d'un têtard un peu plus âgé. — Grossissement de 350 diamètres. — *a*, vaisseau capillaire parfait; *b*, noyaux des capillaires; *c*, petites cellules formatrices unies par des prolongements pleins (*e*) aux capillaires; *d*, noyau d'une de ces cellules.

à l'exception peut-être de quelques gros troncs situés au voisinage du cœur. Chez l'embryon, en effet, on ne trouve dans les organes et parties périphériques ni artères ni veines, mais seulement des vaisseaux ayant la texture des capillaires; j'ai constaté ce fait chez les têtards, au moyen du nitrate d'argent, même sur des parties internes. La manière dont les capillaires se transforment en gros vaisseaux consiste en ce que des cellules de la substance conjonctive avoisinante s'appliquent sur eux extérieure-

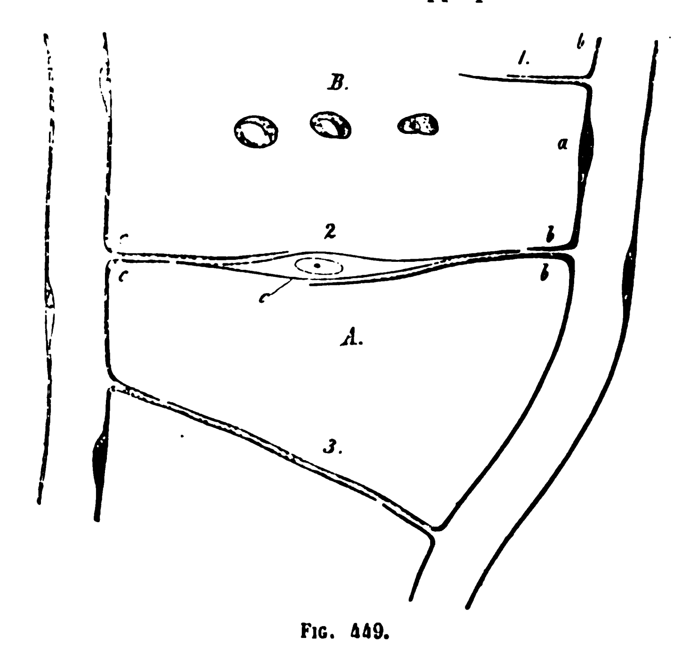


FIG. 449.

ment (fig. 450), et, suivant le calibre des vaisseaux futurs, forment autour d'eux des couches simples ou multiples. Au cinquième mois de la vie fœtale, tous les vaisseaux d'un calibre considérable ou moyen présentent déjà, dans leurs parois, des membranes et des tissus évidents, et l'on n'y retrouve plus aucune trace des cellules formatrices. Mais ces tissus sont encore bien éloignés de leur état parfait : les fibres musculaires sont courtes et délicates; à la place des forts réseaux de fibres élastiques, on ne voit que des fibrilles très-ténues, et, au lieu des futures membranes élastiques, on ne rencontre que des couches de cellules fusiformes plus ou moins confondues ensemble. Seule la *membrane interne à fibres longi-*

FIG. 449. — Figure schématique destinée à élucider le développement des capillaires. — A, deux capillaires formés, avec un bourgeon, 1, un pont transversal à la production duquel participe une cellule, et une anastomose, 3, résultant de la réunion de deux bourgeons. — B, sections transversales grossies d'un bourgeon, tel qu'il est représenté en 1 ; elles sont destinées à montrer comment les bourgeons se transforment en vaisseaux. — Pour rendre la démonstration plus nette, on a laissé entre les diverses parties des bourgeons des lacunes, qui n'apparaissent que lorsqu'ils deviennent perméables au sang.

tudinales (membrane élastique de la tunique interne) se montre déjà dans beaucoup de vaisseaux, au-dessous de l'épithélium; elle n'existe point, cependant, dans les petits vaisseaux, où la tunique interne est constituée par une couche de cellules allongées ou le prétendu épithélium.

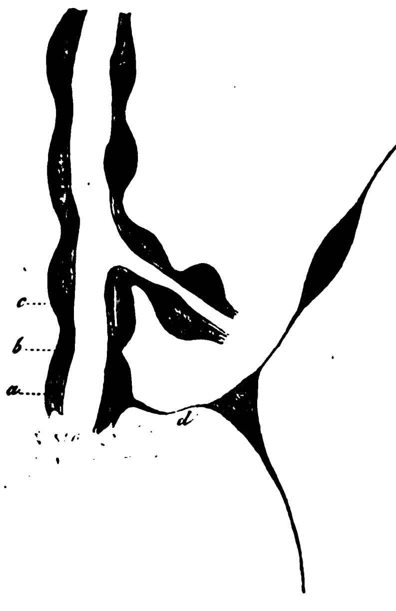


FIG. 450.

Comme la membrane élastique de la tunique interne ne présente jamais ni cellules ni restes de cellules, il me paraît impossible de ne pas admettre qu'elle résulte d'une sécrétion du tube celluleux du vaisseau primitif, et représente, par conséquent, une sorte de cuticule ou membrane propre.

Les *fibres musculaires du cœur*, chez les grenouilles, comme chez les mammifères, proviennent de cellules formatrices embryonnaires. Je me crois autorisé à maintenir cette opinion, même en face des données les plus récentes d'Eckhardt. Ces cellules, chez l'homme, montrent de très-bonne heure un contenu strié transversalement et des formes irrégulières ou étoilées (fig. 451). La formation de ces cellules musculaires paraît cesser au milieu de la vie embryonnaire, et l'accroissement ultérieur de la musculature du cœur ne s'opère que par suite du grossissement des éléments existants.

Les capillaires du système lymphatique, qu'il est facile d'étudier dans la queue des têtards (fig. 438), suivent, dans leur développement, la même marche que ceux du système sanguin (fig. 447), sauf que les anastomoses y sont peu nombreuses, et que les cellules fusiformes ou à trois prolongements principaux se rangent simplement en séries d'où résultent les vaisseaux. Nous manquons encore d'observations touchant les gros troncs lymphatiques; mais il n'est pas douteux qu'ils ne se comportent exactement comme les vaisseaux sanguins. Engel (*loc. cit.*) a étudié les *glandes lymphatiques* (*l. c.*) : il avance que ces glandes proviennent de vaisseaux lymphatiques décrivant de nombreuses circonvolutions et donnant naissance à des prolongements latéraux. Cette assertion a été contrôlée récemment par Sertoli, qui a trouvé que les premiers indices des glandes lymphatiques sont formés de lymphatiques anastomosés et tortueux, composés d'une simple

FIG. 450. — Capillaire de l'allantoïde d'un fœtus de mouton, de 6 lignes de longueur, en train de se transformer en vaisseau plus gros. — Grossissement de 350 diamètres. — *a*, membrane ; *b*, noyaux des capillaires ; *c*, cellules formatrices appliquées extérieurement ; *d*, cellules formatrices libres.

membrane de cellules (épithélium). Autour de ces vaisseaux se dépose ensuite peu à peu une couche épaisse de substance conjonctive simple, aux dépens de laquelle se développent et la substance glandulaire des organes et les trabécules, l'enveloppe et le tissu conjonctif du hile : c'est ce que Sertoli a très-bien observé. Malheureusement il ne donne aucune indication sur le développement des sinus lymphatiques dans l'intérieur de la glande. Je suppose qu'ils naissent sous la forme de bourgeons des vaisseaux lymphatiques observés par Sertoli, et il me semble que sa figure 4 présente, à la partie inférieure, un tel bourgeon.

Le *développement des corpuscules sanguins*, chez l'embryon, est assez bien connu, quant à ses périodes principales. Chez les mammifères et chez les vertébrés en général, les premiers corpuscules du sang sont des cellules à noyau incolores, à contenu granuleux, et ne différant en rien des cellules formatrices des autres parties de l'embryon. L'origine de ces premières cellules incolores n'est pas encore suffisamment connue,



Fig. 451.

attendu que les observations les plus récentes de His et de Afanasieff (*ll. s. cc.*) sont en opposition avec celles des anciens. Ces cellules donnent naissance aux premiers corpuscules sanguins rouges, en perdant leurs granulations et en se remplissant d'hématine, à l'exception du noyau. Ces premières cellules sanguines colorées, encore munies d'un noyau, sont sphériques, d'une couleur plus foncée que les corpuscules sanguins de l'adulte, et d'un volume plus considérable (chez un embryon de brebis ayant 7,87 millimètres de longueur, ils avaient, pour la plupart, 11 à 14 μ de diamètre ; un petit nombre n'avaient que 5,6 à 7,8 μ ; chez un embryon humain de 9 millimètres de longueur, leur diamètre était de 9-15,7 μ, d'après Paget). Elles ont, du reste, tous les caractères des globules de l'adulte, et constituent à cette époque, avec les cellules incolores qui les produisent, les seuls éléments morphologiques du sang. Bientôt un grand nombre de ces cellules commencent à se multiplier *par voie de scission*. On les voit d'abord grossir, revêtir une forme elliptique, et même s'aplatir en partie, de manière à représenter des cellules qui ont jusqu'à 20 μ de longueur sur 9 à 13 μ de largeur. Ces cellules, qui ont la plus grande analogie avec les corpuscules sanguins des reptiles, renferment deux, rarement trois ou quatre noyaux arrondis. Enfin, il se produit à leur surface un ou plusieurs étranglements circulaires, qui, devenant de plus en plus profonds, finissent par diviser les cellules en deux, trois ou quatre cellules nouvelles. Dès l'époque où le foie commence à se développer, ce mode de multiplication des cellules san-

Fig. 451. — Cellules musculaires des ventricules du cœur d'un embryon humain de neuf semaines. — Grossissement de 350 diamètres.

guines cesse dans toute la masse sanguine ; bientôt aussi (chez les embryons de mouton de 25 millimètres de longueur), les corpuscules sanguins cessent de se produire aux dépens de cellules formatrices incolores; mais *dans le foie*, ainsi que Reichert l'a supposé et que je l'ai démontré directement, commence une production très-active de globules sanguins, dont la cause peut être rattachée à ce fait que, depuis lors, tout le sang de la veine ombilicale, qui apporte à l'embryon de nouveaux matériaux nutritifs, au lieu d'être versé immédiatement dans le torrent circulatoire général, se répand d'abord dans le foie. Pendant que cette production de cellules a lieu dans les vaisseaux du foie, la multiplication par scission devient de moins en moins importante ; on voit alors apparaître dans le sang de cet organe des cellules à noyau incolores, de 3,3 à 13,5 μ ou 6,7 à 9 μ de diamètre moyen, lesquelles se transforment en corpuscules colorés à noyau, en grande partie déjà dans le foie, soit immédiatement, soit après s'être multipliées de la même façon que les corpuscules colorés, par formation de matière colorante dans le contenu cellulaire. D'où viennent ces cellules, qui sont les *premières cellules sanguines incolores véritables ?* Il est impossible de le dire. Je présume qu'elles proviennent en grande partie de la *rate.* Il est certain, en effet, du moins pour la seconde moitié de la vie embryonnaire, que le sang de la rate charrie beaucoup de globules blancs dans le foie, et même dans la rate *de fœtus d'un certain âge et d'animaux d'un an, j'ai constaté que des cellules à noyau rouges se forment dans la rate.* Une autre hypothèse est admissible, c'est que, dans les premiers temps, au moins, du développement du foie, la production d'une partie de ces cellules est liée à la formation des vaisseaux dans cet organe, et qu'elles représentent les premières cellules formatrices incolores des corpuscules sanguins. Cette fonction du foie et de la rate, qui explique le développement considérable du premier de ces organes chez le fœtus et la quantité notable de sang qu'il reçoit, paraît persister pendant toute la vie fœtale; du moins l'ai-je trouvée encore en activité chez des fœtus de mammifères très-avancés en âge, et même chez des nouveau-nés. Cependant, dans la suite, elle diminue de plus en plus, peut-être à mesure que les premiers corpuscules lymphatiques se développent dans les vaisseaux et glandes lymphatiques.

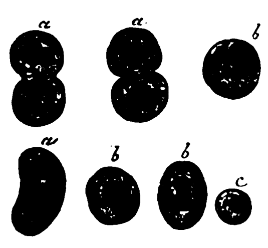


FIG. 452.

Quelle que soit la manière dont ont pris naissance les cellules sanguines sphériques et à noyau qu'on trouve chez le fœtus, les modifications qu'il leur reste à subir pour atteindre leur développement complet sont les suivantes. Immédiatement, ou après qu'elles se sont multipliées comme il

FIG. 452. — Corpuscules sanguins d'un fœtus de mouton, de 7,87 millimètres de longueur. — *a*, gros globules sanguins colorés, à deux ou trois noyaux, en voie de scission et à différentes périodes ; *b*, grosse cellule rouge et sphérique, dont le noyau commence à se diviser; *c*, cellule plus petite. — Grossissement de 300 diamètres.

a été dit, on voit leur surface s'aplatir de plus en plus, et même se creuser légèrement, tandis que leur noyau se rapetisse évidemment et, sous l'influence de l'acide acétique, présente une grande tendance à se détruire. En définitive, les noyaux disparaissent complétement ; les globules sanguins ressemblent alors à ceux de l'adulte par le défaut de noyau, bientôt aussi par la forme, qui, au commencement, était quelque peu irrégulière. Quant à l'époque où se montrent ces cellules colorées privées de noyau, il est à remarquer que je ne les ai point trouvées sur un fœtus de mouton de 7,87 millimètres de longueur, non plus que Paget sur un embryon humain de la quatrième semaine et long de 9 millimètres. Chez des fœtus de mouton de 2 centimètres de longueur, ces cellules étaient encore extrêmement rares, tandis que chez ceux de 29 millimètres, elles formaient la grande majorité des cellules sanguines, et que, chez un embryon humain de trois mois, elles constituaient, dans le sang du foie, $\frac{1}{4}$ des corpuscules colorés, dans celui des autres parties du corps, $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{8}$ environ. Plus tard, ces cellules l'emportent de beaucoup sur les autres : c'est ainsi que chez un fœtus de mouton de 13,5 à 35 centimètres de longueur, les globules rouges à noyau ne forment que $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{8}$ de la masse des globules rouges dans le sang du foie, et que, dans le sang des autres organes, elles ne sont pas plus abondantes, chez les fœtus avancés, que les globules lymphatiques chez l'adulte. A quelle époque, chez l'homme, les cellules rouges à noyau commencent-elles à diminuer et à disparaître ? Cette question n'est pas encore résolue ; mais, sur un fœtus de cinq mois, Paget en a encore trouvé une assez grande quantité. — Sur les embryons de mammifères, à une époque peu avancée, on trouve non-seulement dans le foie, mais encore dans tout le sang, des corpuscules colorés, ainsi que des cellules incolores, *qui souvent sont aussi nombreuses* que les premiers, et qui, évidemment, proviennent en grande partie de la rate et du foie ; car, dans ce dernier organe, chez les fœtus de mouton de 35 centimètres, les cellules incolores et les cellules à noyau à peine colorées forment certainement $\frac{1}{3}$ de la masse totale des corpuscules sanguins ; peut-être aussi, dans les derniers temps de la vie fœtale, proviennent-elles en partie de la lymphe. Il est impossible de dire si ces cellules se transformeront plus tard en corpuscules rouges ; il est certain, cependant, que les nombreuses formes intermédiaires aux deux espèces de globules qu'on rencontre dans le sang des veines sus-hépatiques font complétement défaut dans le sang du reste du corps.

La *formation des globules sanguins après la naissance et chez l'adulte*, malgré les nombreux efforts qu'on a faits dans le but d'élucider ce point de la science, est toujours une des parties les plus obscures de l'histoire des globules sanguins. Je suis convaincu, cependant, que la doctrine qui mérite le plus de confiance, est celle qui admet que les globules rouges du sang proviennent des petits corpuscules du chyle, lesquels perdraient leurs noyaux, s'aplatiraient et se chargeraient d'hématine. Ces corpuscules

ont à peu près le même volume que les globules sanguins ; quelquefois même ils ont un volume moindre ; ils sont pourvus d'une membrane analogue, un peu aplatis, assez souvent légèrement colorés en jaune ; des modifications qui ne sont guère plus considérables que celles que nous observons dans les cellules incolores du fœtus, suffiraient donc pour les transformer en globules rouges. Où et comment se font ces modifications ? C'est ce que personne n'a pu voir jusqu'à présent. Malgré tous mes efforts, je ne suis jamais parvenu à trouver, chez l'adulte, un corpuscule rouge renfermant un noyau. Mais un fait qui a attiré mon attention, c'est que, dans les veines pulmonaires, parfois aussi dans le sang des autres vaisseaux, *les petits corpuscules lymphatiques présentaient souvent une coloration rouge assez marquée*, beaucoup plus évidente que dans le canal thoracique ; *si bien que*, abstraction faite de leur aspect granulé, *ils eussent été souvent difficiles à distinguer de véritables globules sanguins couchés sur une de leurs faces*. Ils avaient aussi des noyaux plus petits que les autres : cette circonstance toutefois est loin d'être suffisante pour trancher la question. Mais on peut invoquer encore les analogies suivantes : 1° chez tous les vertébrés d'un ordre inférieur, et la chose est très-évidente chez les reptiles, par exemple, on peut observer, même sur les adultes, la transformation des corpuscules lymphatiques en cellules sanguines renfermant un noyau ; 2° j'ai démontré de la manière la plus irréfragable que, même chez les fœtus humains, les globules sanguins rouges proviennent de cellules incolores, très-semblables aux corpuscules lymphatiques ; 3° j'ai montré (*Würzb. Verhandl.*, t. VII, p. 187) que, dans le sang du foie et dans la rate de jeunes chats, chiens et souris encore allaités, on a vu des cellules sanguines rouges formées d'éléments incolores et aussi des cellules rouges à noyau. Par cette observation a été démontrée pour la première fois la formation des globules sanguins rouges dans la période postembryonnaire. Si l'on ajoute que nous ne savons rien d'un mode différent de formation des cellules sanguines, on m'accordera peut-être que mon opinion, d'après laquelle les corpuscules lymphatiques se changeraient en cellules sanguines, se trouve suffisamment justifiée. Si la transition entre les deux espèces n'a pu être observée jusqu'ici, c'est probablement parce que la transformation est tellement rapide qu'elle échappe à tous nos moyens d'investigation.

Si, dans ce qui précède, je me suis prononcé dans le sens d'une formation de globules rouges du sang aux dépens des éléments de la lymphe et du chyle, je n'ai nullement entendu prétendre que *tous* les éléments de ces deux derniers liquides se transforment en globules sanguins *à toutes les époques* de la vie extra-utérine. Le microscope nous apprend, en effet, que toujours on rencontre dans le sang un certain nombre de gros globules blancs, à noyaux multiples, ou à noyau simple, se décomposant en deux ou trois par l'acide acétique ; ces globules, qui, bien certainement, proviennent du chyle (ou de la rate) ou résultent d'une modification des éléments de ce liquide, ne sauraient néanmoins être considérés comme

devant plus tard se transformer en globules sanguins (Virchow, moi). Cela posé, il s'élève une question, c'est de savoir si peut-être les mutations des globules sanguins leur formation et leur destruction ne seraient point des phénomènes dont *la durée est beaucoup plus longue* qu'on n'a coutume de l'admettre, et si, par conséquent, les globules sanguins ne seraient pas des éléments bien plus stables qu'on ne le croit généralement. Il m'est impossible de répondre catégoriquement à cette question ; je ferai remarquer cependant qu'aussi longtemps que notre corps continue à croître et la masse sanguine à augmenter, on ne saurait s'empêcher d'admettre une production globulaire très-active ; mais il n'est nullement décidé si, dans cette période de la vie, les globules se détruisent, et c'est ce qui fait qu'il est impossible de déterminer la proportion des éléments du chyle qui subissent la transformation en corpuscules sanguins. Chez l'adulte, il paraît certain qu'après une perte sanguine ou un appauvrissement quelconque du sang, ce liquide, avec ses globules, se régénère dans un certain laps de temps ; mais il est loin d'être démontré que, dans les circonstances normales, les globules sanguins se détruisent et se reproduisent avec une certaine activité. Comme les preuves d'une formation de globules nous font défaut, il ne nous reste, pour décider la question, que le fait bien connu de la destruction de ces globules ; mais ce fait ne permet point de conclure à une modification incessante, s'opérant à de courts intervalles dans les éléments du sang ; car, bien que l'on trouve dans la rate de beaucoup d'animaux une foule de corpuscules sanguins en voie de décomposition, il n'est nullement démontré que cette décomposition soit fréquente et régulière dans cet organe. Tout bien considéré, je crois qu'il est impossible, d'après les faits connus, de donner une réponse précise à cette question : Quand et dans quelle mesure les corpuscules sanguins se détruisent-ils chez l'adulte ? Cependant j'incline à admettre que les éléments du sang sont loin d'être aussi transitoires qu'on le croit généralement.

Relativement au développement des cellules rouges du sang, nos connaissances se sont accrues, dans ces derniers temps, de quelques faits intéressants. Ainsi, dans des cas de leucémie, Klebs, chez un enfant de quinze mois, A. Böttcher et v. Recklinghausen, chez deux adultes, ont trouvé des cellules sanguines rouges avec des noyaux. D'après les descriptions de Klebs et les observations de v. Recklinghausen, que j'ai eu l'occasion de vérifier chez lui, on trouve dans le sang leucémique les mêmes formes qui caractérisent le sang embryonnaire ; conséquemment, l'hypothèse que j'ai formulée plus haut est au moins confirmée par ces cas pathologiques. — D'autre part, Erb croit avoir prouvé que les cellules sanguines se régénèrent chez les animaux adultes ; il examinait, dans ce but, le sang des animaux après leur avoir pratiqué des émissions sanguines plus ou moins copieuses, et celui de l'homme, dans des circonstances (après des pertes sanguines, par exemple) qui devaient produire une accélération dans la formation du sang. Erb trouva, dans ces cas, un nombre variable de corpuscules sanguins rouges à contenu granuleux, qu'il crut pouvoir considérer comme des globules sanguins véritables à diverses phases de développement. Mais, de même que Klebs, je ne vois pas dans les faits avancés par cet auteur des preuves irréfragables en faveur de son hypothèse, car il ne dit nulle part avoir

observé la transformation d'une cellule à noyau incolore en une cellule à noyau colorée. Quant à moi, je me vois toujours obligé de soutenir que la démonstration de ces transitions ou des cellules rouges à noyau peut seule prouver que chez l'adulte il se forme encore des cellules sanguines rouges, et je ne comprends pas l'assertion d'Erb, qui veut qu'une cellule sanguine incolore *sans* noyau prouve le fait aussi bien ou même mieux. Une semblable cellule, en effet, peut être tout aussi bien en voie de destruction qu'en voie de transformation en cellule rouge, et rien ne nous indique que l'un ou l'autre phénomène se produit. — Du reste, les cellules sanguines rouges et granulées d'Erb ont déjà été décrites par moi, en 1857, dans le sang des souris pendant l'allaitement (*Würzb. Verh.*, t. VII, p. 191). A ce sujet, je reproduirai ici quelques propositions qui, probablement, sont encore peu connues: « Les cellules sanguines rouges des souris encore allaitées, au lieu d'être simplement décolorées par l'addition d'un tiers à une moitié d'eau et d'acide acétique, deviennent granuleuses, c'est-à-dire qu'elles montrent dans leur intérieur un certain nombre de granulations foncées, de nature graisseuse, de sorte que, dans cet état, je ne puis mieux les comparer qu'à des noyaux un peu pâles, que l'eau aurait rendus granuleux. Je ne sais encore si cette propriété, que possèdent beaucoup de cellules rouges, mais que je n'ai constaté chez tous les animaux qu'à un faible degré, doit être considérée comme liée à leur développement, ou si elle n'est due qu'à la nourriture grasse des jeunes animaux. Elle devra donc former l'objet de nouvelles études. » — Je serais disposé à me prononcer de la même façon à l'égard des observations d'Erb, qui, du reste, s'est lui-même posé la question de savoir si les cellules granuleuses rouges ne sont pas des formations pathologiques. Je ferai remarquer aussi que Tigri a vu également, dans l'intérieur des cellules sanguines rouges, des granulations, qu'il déclare être de la graisse (Compte rendu, 1864, p. 693).

Je mentionnerai enfin succinctement les très-remarquables et importantes observations de v. Recklinghausen, suivant lesquelles il se ferait, *même en dehors de l'organisme*, pendant onze à vingt et un jours, une *production de nouvelles cellules sanguines rouges* aux dépens des cellules incolores, quand le sang, reçu dans une capsule de porcelaine qui avait été chauffée au rouge, est conservé dans un grand vase de verre, en contact avec de l'air maintenu humide et journellement renouvelé. — Pour plus de détails, voyez le mémoire de l'auteur. J'ajouterai seulement que j'ai eu l'occasion, étant chez v. Recklinghausen, de m'assurer de l'exactitude de ce qu'il avance.

L'*étude du cœur* est facile pour ce qui est des fibres musculaires ; on trouvera aisément des anastomoses entre ces fibres sur chaque préparation faite avec un peu de soin. Le trajet des fibres du cœur présente, au contraire, de grandes difficultés. Le mieux, c'est de se servir, pour les suivre, de cœurs conservés dans du mauvais esprit-de-vin ; de tout temps on a conseillé de faire bouillir dans l'eau des cœurs frais ou conservés depuis plusieurs semaines dans le sel, méthode que Purkyně et Palicki proposent de remplacer par la coction dans une solution de sel marin ou mieux de sulfure de calcium. Ludwig, après avoir enlevé le péricarde, place le cœur dans l'eau, et chaque fois qu'il a enlevé une couche de substance musculaire sous l'influence d'une légère pression, il renouvelle cette macération. Pour étudier les *vaisseaux sanguins*, il ne suffit pas d'une simple dissection des diverses tuniques au moyen du scapel et de la pince ; il faut nécessairement y ajouter l'examen de sections longitudinales et transversales, comprenant toute l'épaisseur de la paroi vasculaire. Dans ce but, il convient d'étendre sur du papier et de faire sécher des fragments de vaisseaux ; on peut ainsi faire des coupes, même sur des vaisseaux d'un très-faible calibre. Après avoir ramolli ces coupes dans l'eau, on les traite par l'acide acétique ou l'acide nitrique au cinquième (Weyrich), quand on veut étudier la distribution musculaire, par la soude caustique, dans tous les autres cas ; ces réactifs ont aussi l'avantage de mettre en évidence le tissu élastique. Pour préparer rapidement l'épithélium, la membrane élastique interne, la tunique musculeuse, j'ai trouvé que les gros vaisseaux de la base de l'encéphale convenaient le mieux ; là encore je recomman-

derai l'emploi de solutions saturées de potasse ou de soude, qui rendent surtout les fibres musculaires faciles à reconnaître. Les membranes élastiques de la tunique moyenne sont faciles à isoler sur des pièces qui ont séjourné dans l'acide acétique concentré. Les fibres musculaires de cette tunique se voient par simple dilacération; l'acide nitrique les rend très-évidentes. Pour étudier les *capillaires*, on choisira le cerveau, la rétine, les têtards et les embryons; et pour mettre en évidence leurs cellules, on emploiera de préférence des injections avec parties égales de gélatine et d'une solution de nitrate d'argent à un quart ou un demi pour cent. Pour suivre le développement des vaisseaux, on se servira de la zone germinative de l'embryon du poulet, des têtards, des amphibies nus, de l'allantoïde des embryons, de la capsule vasculaire du cristallin. Le *sang* sera examiné, autant que possible, dans le sérum même, ensuite avec les divers réactifs que nous avons mentionnés; on n'oubliera pas surtout avec quelle rapidité s'altèrent les éléments du sang. Les *glandes lymphatiques* seront étudiées sur des coupes de pièces durcies dans l'alcool, coupes que l'on nettoie avec un pinceau, d'après le procédé de His; mais ici l'injection des vaisseaux sanguins et lymphatiques est absolument nécessaire. Celle des vaisseaux sanguins réussit facilement avec le chromate de plomb, le bleu de Prusse, le carmin. Pour injecter les lymphatiques, il faut une certaine habitude. On choisit, soit les vaisseaux afférents, à partir desquels les glandes voisines se remplissent également dans les cas favorables, soit, d'après Frey, les vaisseaux efférents, ce qui présente plus de difficultés, puisque alors il faut vaincre les valvules; ou enfin on injecte ces vaisseaux par une piqûre dans la substance médullaire (moi), ce qui réussit assez facilement. Les glandes les plus convenables sont celles du bœuf, du chien, du chat et du lapin. Pour les *vaisseaux lymphatiques*, je recommande surtout ceux de la queue des têtards. Il faut aussi, pour étudier les origines des vaisseaux lymphatiques, faire des injections d'après le procédé de Hyrtl et Teichmann, ou par piqûre (Ludwig, Frey, His); là encore on ne peut se passer du nitrate d'argent et de la gélatine.

Bibliographie. — 1. *Cœur.* — C. Ludwig, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. VII, p. 189, et in *Müll. Arch.*, 1848, p. 139. — Luschka, in *Virch. Arch.*, IV, p. 171. — Remak, in *Müll. Arch.*, 1844, p. 463, et 1850, p. 76.—Bidder, *Müll. Arch.*, 1852, p. 163. — Donders, in *Nederl. Lanc.*, 1852, 3ᵉ série, I, p. 556, et *Physiol.*, I, p. 14-25; Th. v. Hessling, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, t. V, p. 109-354, pl. X, fig. 1-9. — Reichert, in *Jahresb. f.* 1854, p. 53. — Luschka, in *Arch. f. phys. Heilk.*, 1856, p. 536, et in *Virch. Arch.*, t. XI, p. 568 (valvules du cœur). — S. Joseph, *De anatomia cordis*, Vratisl., 1857, et in *Arch. f. path. Anat.*, t. XIV, p. 263. — Luschka, in *Müll. Arch.*, 1860, p. 620.— J. Pettigrew, in *Edinb. med. und surg. Journ.*, 1860, p. 562; in *Philos. Trans.*, vol. CLIV, p. 445. — Oehl, in *Mem. d. Acad. d. scienc. di Torino*, XX, 1861. — F. N. Winkler, in *Arch. f. Anat.*, 1865, p. 261; 1867, p. 221. — C. J. Eberth, in *Virch. Arch.*, t. XXXVII, p. 100. — Eberth et Belajeff, *ibid.*, p. 124. — Obermeier, in *Arch. f. Anat.*, 1867, p. 245.

2. *Vaisseaux sanguins.*— F. Räuschel, *De arteriar. et venar. struct.*, Vratisl., 1836, *Diss.* — Kölliker, in *Mitth. d. Zürch. naturf. Ges.*, 1847; in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, I; in *Annal. des sc. nat.*, 1846. — C. Donders et H. Jansen, in *Arch. f. phys. Heilk.*, VII, p. 361, et in *Neder. Lancet*, I p. 473. — R. Remak, in *Müll. Arch.*, 1850. — J. M. Schrant, in *Tijdschr. d. Maatsch tot bevord d. geneesk.*, 1850, p. 2. — M. Schultze, *De arteriarum structura*, Gryph., 1850. — Q. Aubert, *De primat. Syst. vas. genesi*, Vratisl., 1855. *Diss.* — J. Meyer, in *Ann. d. Charité*, IV, p. 41. — H. Welcker, in *Würzb. Verh.*, t. VI, p. 247. — Billroth, *Untersuch. über die Entwickelung der Blutgefässe*, Berlin, 1856. — Remak, in *Deutsche Klinik*, 1856, nº 3. — W. Krause, *De vasis sanguif. in cavo cranii*, Kiov., 1865, *Diss.* — Reichert, in *Studien d. phys. Instit. zu Breslau*, Leipzig, 1858. — Ch. Robin, in *Journ. de la Physiol.*, II, p. 536. — J. Billeter, *Beitr. zur Lehre v. d. Entsteh. d. Gefässe*, Zürich, 186, *Diss.* — His, in *Virch. Arch.*, t. XXVIII, p. 427 (nerfs). — Beale, *New observ. upon the struct. and funct. of c. nervous*

Arch., XX, p. 26.— A. Böttcher, *Ueber Blutkrystalle*, Dorpat, 1862. — C. Bojanowsky, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XII, p. 312. — Hensen, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XI, p. 253.— G. Zimmermann, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XI, p. 344. — Bursy, *Ueber d. Einfl. e. Salze auf die Krystallis. d. Blutes*, Dorp., 1863, *Diss.* — C. Böttcher, in *Virch. Arch.*, t. XXVI, p. 606; t. XXXII, p. 126 et 372; t. XXXVI, p. 342. — M. d. Wintschgau, in *Atti del l'instituto veneto*, t. VII, sér. III.— A. Rollett, in *Sitzungsber. der Wien. Akad.*, t. XLVI, XLVIII, L, LII, en partie aussi in *Moleschott's Unters.*, t. IX, p. 22, 260, 474. — H. Welcker, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XX, p. 257. — W. Roberts, in *Quart. Journ. of micr. sc.*, 1863; *Journ.*, p. 170. — L. Beale, *ibid.*, 1864; *Transact.*, p. 32. — Reichert, in *Arch. f. Anat.*, 1863, p. 137. — Wittich, in *Königsb. med. Jahrb.*, t. III, p. 332. — Klebs, in *Med. Centralbl.*, 1863, n° 54; in *Virch. Arch.*, XXXVIII, p. 190. — E. Rindfleisch, *Experimentalstudien in der Histologie des Blutes*, Leipzig, 1863. — A. Schmidt, in *Virch. Arch.*, XXIX, p. 14; *Hämatol. Studien*, Dorpat, 1865. — Preyer, in *Virch. Arch.*, XXX, p. 417. — C. L. Rovida, in *Annali univ. di Med.*, oct. 1865, p. 57. — P. Owsjannikow, in *Bullet. de l'Acad. de Pétersbourg*, t. VIII, p. 561. — G. A. Kneuttinger, *Zur Histologie des Blutes*, Würzb., 1865. — E. Neumann, in *Med. Centralbl.*, 1865, n° 31; *Arch. f. Anat.*, 1865, p. 676; 1867, p. 31. — W. Erb, in *Med. Centralbl.*, 1865, n° 14; *Virch. Arch.*, XXXIV, p. 138. — M. Schultze, in *Arch. f. mikr. Anat.*, t. I, p. 1. — P. Mantegazza, *Del globulimetro*, Milano, 1865. — O. Bode, *Ueber d. Metamorph. d. roth. Blutk. in Blutextrav. d. Froschlymphsäcke*, Dorp., 1866.— Miot, *Rech. phys. sur la formation des glob. du sang*, Bruxelles, 1865. — von Recklinghausen, in *Arch. f. Mikr. Anat.*, t. L, p. 137. — W. Kühne, in *Virch. Arch.*, XXXIV, p. 423. — J. G. v. d. Lith, in *Nederlandsch Archief*, t. II, p. 196. — E. Brücke, in *Wien. Sitzungsber.*, t. LVI, juin. — Voyez, en outre, les traités de E. H. Weber et Henle, et les travaux de Vogt, Remak, Prévost, Lebert et Courty sur l'embryologie. Pour la bibliographie plus complète des travaux anciens, voy. ma *Mikr. Anat.* et la 3e édition de ce manuel.

APPENDICE AU SYSTÈME VASCULAIRE.

§ 215. **Des prétendues glandes coccygienne et intercarotidienne.** — En 1859, Luschka découvrit, au niveau de la pointe du coccyx, un petit organe oblong, ayant tout au plus 2mm,5 de diamètre, présentant, selon lui, une *structure glandulaire* et composé essentiellement de vésicules arrondies, remplies d'éléments celluleux et d'utricules simples ou ramifiés, avec beaucoup de nerfs.

Telle serait aussi la structure, d'après Luschka, du petit organe connu sous le nom de *ganglion intercarotidien*, situé à la bifurcation de la carotide primitive, et qu'il propose d'appeler *glande intercarotidienne*.

Plus tard, J. Arnold montra que les prétendus éléments glandulaires ne sont autre chose que des *vaisseaux artériels* pourvus d'excroissances en cul-de-sac, d'élargissements, de pelotonnements qui, dans la glande coccygienne, appartiennent à la terminaison de l'artère sacrée moyenne. Ces données ont été confirmées par W. Krause et par G. Meyer. Il est remarquable, néanmoins, que ces « *glomérules artériels coccygiens* »

(Arnold) renferment de nombreuses fibres musculaires lisses et beaucoup de nerfs, et qu'ils sont tapissés à leur face interne, comme G. Meyer croit l'avoir trouvé, d'une couche épaisse de cellules. Mais il n'est guère possible d'attribuer à ces glomérules une importance plus grande qu'aux nombreuses formations analogues qu'on rencontre chez les animaux, d'après les recherches de Krause et de J. Arnold, précisément à la région caudale de la colonne vertébrale, et qui sont des régulateurs de la circulation.

Bibliographie. — Luschka, in *Virch. Arch.*, XVIII, p. 106; der *Hirnanhang und die Steissdrüse*, Berlin, 1860; in *Arch. f. Anat.*, 1862, p. 404. — W. Krause, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. X, p. 293; t. XXVIII, p. 145; *Anat. Unters.*, p. 98. — Avec G. Meyer, in *Gött. Nachr.*, 1865, n° 16. — J. Arnold, in *Med. Centralbl.*, 1864, n° 56; in *Virch. Arch.*, XXXII, p. 293; XXXIII, p. 190 et 454; XXXIV, p. 220. — G. Meyer, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, XXVIII, p. 135. — E. Sertoli, in *Med. Centralbl.*, 1867, n° 29.

SECTION PREMIÈRE.

DES ORGANES DES SENS.

I. ORGANE DE LA VUE.

§ 216. **Parties qui le constituent.** — Sous ce titre *organe de la vue*, il faut comprendre, non-seulement le *globe oculaire* ou l'appareil de la vision proprement dit, mais encore les *parties accessoires de l'œil*, servant à protéger l'œil ou à le mouvoir, c'est-à-dire les *paupières*, les *muscles de l'œil* et les *organes lacrymaux*. Le globe oculaire lui-même est un organe extrêmement complexe, dans lequel sont représentés presque tous les tissus du corps; il se compose essentiellement de trois membranes : une *membrane fibreuse* (*sclérotique* et *cornée*), une *membrane vasculaire* (*choroïde* et *iris*) et une *membrane nerveuse* (*rétine*), et de deux milieux réfringents, le *corps vitré* et le *cristallin*.

ARTICLE PREMIER. — DU GLOBE OCULAIRE.

§ 217. **Membrane fibreuse de l'œil.** — L'enveloppe extérieure du globe oculaire est une membrane fibreuse serrée, composée surtout de tissu conjonctif, et qui se divise en deux portions, distinctes par leurs caractères physiques : l'une, antérieure, plus petite et transparente, porte le nom de *cornée*; l'autre, postérieure, plus considérable et opaque, est appelée *sclérotique*. Mais ces deux portions doivent être considérées comme ne forman

qu'une seule et même membrane, ainsi que le démontrent l'histologie et l'histoire du développement.

La *sclérotique* ou *cornée opaque*, appelée aussi *albuginée*, est une membrane fibreuse blanche et très-dense, qui diminue d'épaisseur d'arrière en avant, depuis le pourtour du nerf optique, où elle se continue directement avec la gaîne de ce nerf, ainsi qu'avec la lame criblée et le névrilème du nerf (Löwig), jusqu'aux insertions des muscles droits de l'œil, où elle est renforcée par les expansions tendineuses de ces muscles; elle se continue ensuite avec la cornée. La sclérotique fournit, par la coction, de la gélatine ordinaire et se compose de véritable tissu conjonctif, dont les fibrilles peuvent être parfaitement mises en évidence par la dilacération, ou sur des sections transversales traitées par l'acide acétique. Les faisceaux de fibrilles de la sclérotique sont à peu près rectilignes; comme dans les tendons, ils sont unis intimement entre eux en rubans aplatis, plus ou moins épais, alternant assez régulièrement dans le sens longitudinal et transversal, dans toute l'épaisseur de la membrane, dont les coupes présentent, pour cette raison, un aspect lamelleux. La sclérotique, néanmoins, ne se compose pas de lames réellement distinctes, car les diverses couches longitudinales s'unissent fréquemment entre elles, et il en est de même des couches transversales. Ce n'est qu'à la face externe, et surtout à la face interne, que les fibres longitudinales se réunissent en lames d'une certaine épaisseur et acquièrent une certaine indépendance.

Le tissu conjonctif de la sclérotique est traversé par une multitude d'éléments élastique fins, analogues, pour la forme, à ceux des tendons et des ligaments (voy. § 76), c'est-à-dire réunis en un réseau de fibres fines et très-fines. On y trouve aussi, en grand nombre, des corpuscules de tissu conjonctif anastomosés en réseau, qui, certainement, sont creux en partie et renferment un contenu liquide; du moins, après la dessiccation, trouve-t-on de l'air dans toutes les cellules des segments de sclérotique (ce sont là les corpuscules blancs de Huschke), et aussi, chez les animaux, des granulations pigmentaires distinctes dans beaucoup de cellules, ainsi qu'on le voit chez l'homme, dans les couches internes de la sclérotique. Les *vaisseaux* de la sclérotique proviennent des mêmes branches qui fournissent à la choroïde, c'est-à-dire des ciliaires antérieures et des ciliaires courtes postérieures. Mentionnons particulièrement un *cercle artériel* qui entoure l'insertion du nerf optique, à la face externe de la sclérotique, et d'où partent de nombreux vaisseaux qui perforent la gaîne du nerf optique, dans l'épaisseur duquel ils s'anastomosent avec les ramifications de l'artère centrale de la rétine (Leber, *l. c.*, pl. IV, fig. 1). Les autres artères cheminent également sur la sclérotique; elles ont parfois un trajet fortement onduleux, s'anastomosent entre elles çà et là et donnent naissance à un réseau capillaire à larges mailles, d'où partent des veines dont les unes, perforant la sclérotique, aboutissent aux *vasa vorticosa*, et dont les autres se jettent dans un réseau veineux à larges mailles, situé à la face externe de la membrane, réseau dont les canaux de décharge sont les *veines ciliaires*

antérieures et les *petites veines ciliaires postérieures ;* ces dernières, toutefois, ne reçoivent pas de sang de la choroïde. — Bochdalek (et aussi Rahm, sur le lapin) décrit des *nerfs* dans la sclérotique ; je n'ai pu me convaincre jusqu'ici, non plus qu'Arnold et Luschka, que ces nerfs sont

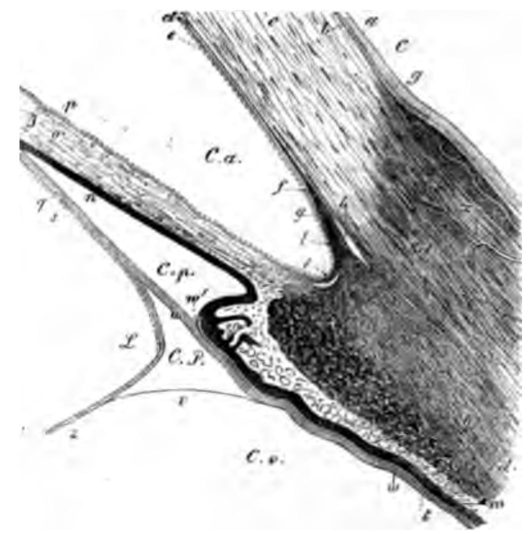


FIG. 453.

autre chose que des filets qui cheminent à la face interne de la membrane pour gagner le ligament ciliaire.

La *cornée* (fig. 453, *c.*) est une membrane parfaitement transparente, encore plus serrée et plus difficile à dilacérer que la sclérotique ; elle se compose de trois couches distinctes, qui sont : 1° la *conjonctive* (*conjonctive cornéenne*) ; 2° la *cornée proprement dite*, et 3° la *membrane de Descemet*. La première et la troisième couche sont formées d'un épithélium et d'une

FIG. 453. — Section des *membranes de l'œil* dans la région des procès ciliaires. Grossissement de 12 diamètres. *Scl*, sclérotique. — *C*, cornée. — *Pr. cil.*, procès ciliaire. — *C. a*, chambre antérieure ; *C. p*, chambre postérieure ; *C. v*, corps vitré ; *C. P*, canal de Petit ; *L*, cristallin ; *I*, iris ; *a*, conjonctive cornéenne, épithélium ; *b*, lame élastique externe sur laquelle il repose, et qui se continue avec la conjonctive scléroticale *x* ; *c*, couche fibreuse de la cornée ; *d*, membrane de Demours ; *e*, épithélium de celle-ci, indiqué seulement ; *f*, terminaison de la membrane de Demours, se continuant avec des fibres spéciales *g*, qui, en *i*, se réfléchissent sur l'iris, pour former le ligament pectiné ; *h*, canal de Schlemm ; *k*, muscle ciliaire ou tenseur de la choroïde, qui naît de la paroi interne *l* de ce canal ; *k*, fibres circulaires du muscle ciliaire ou muscle de Müller ; *m*, couche pigmentaire des procès ciliaires ; *n*, couche pigmentaire de l'iris ; *o*, couche fibreuse de l'iris ; *p*, épithélium de l'iris simplement indiqué ; *q*, capsule cristalline, paroi antérieure ; *r*, paroi postérieure ; *s*, épithélium de la capsule cristalline indiqué ; *t*, zone de Zinn, ou portion antérieure et épaissie de l'hyaloïde ; *u*, lame antérieure et libre de la zone (zone proprement dite) s'insérant au bord du cristallin ; *v*, lame postérieure de la zone, qui se confond avec la paroi postérieure de la capsule cristalline ; *w*, portion ciliaire de la rétine ; *w'*, extrémité antérieure de la rétine. — D'après Bowman et H. Müller.

membrane amorphe sous-jacente ; la couche moyenne est constituée par un tissu fibreux d'une nature spéciale.

La *cornée proprement dite*, c'est-à-dire la couche fibreuse de cette membrane (fig. 403, *c*), de beaucoup la plus épaisse, est formée d'une substance très-voisine du tissu conjonctif, mais qui, d'après Müller, se transforme en chondrine, et non en gélatine, par l'ébullition. Mais cette chondrine, suivant His, se distingue de la chondrine ordinaire en ce que la plupart des précipités qu'elle forme se redissolvent dans un excès du réactif employé. Les éléments dont se compose la cornée, sont des faisceaux pâles, de 4,5 à 9 μ de diamètre, dans lesquels on distingue plus ou moins nettement des fibrilles quand on les déchire ; ils sont réunis en cordons aplatis, dont les faces sont constamment parallèles à celles de la cornée, et qui sont anastomosés les uns avec les autres, aussi bien ceux d'une même couche que ceux des couches voisines, si bien qu'ils représentent un *vaste réseau étendu à travers toute la cornée.* Du reste, dans ce réseau, il n'y a pas de vacuoles apparentes, à part celles qui sont remplies par les cellules cornéennes, attendu que, d'une part, les interstices d'un système de fibres sont comblés par les éléments d'un autre système analogue, et que, d'autre part, tous les faisceaux fibreux sont fortement serrés les uns contre les autres, comme le seraient, par exemple, les parois des vacuoles dans une éponge comprimée. Pour se faire une idée exacte de la structure de la cornée, il faut prendre pour point de départ la sclérotique, dont la cornée n'est qu'une modification. Les deux membranes sont constituées par des réseaux longitudinaux et transversaux; mais la disposition est moins régulière dans la cornée, attendu que les faisceaux y présentent les directions les plus variées. — Vue dans son ensemble, la cornée offre, sinon des lames distinctes, du moins une structure lamelleuse, car tous ses faisceaux sont aplatis et ont leurs faces parallèles à la surface de la membrane. Aussi est-il très-difficile de déchirer la cornée ou de la traverser dans le sens de son épaisseur. L'identité des éléments de la cornée avec ceux du tissu conjonctif est démontrée encore par les faits suivants : 1° les éléments

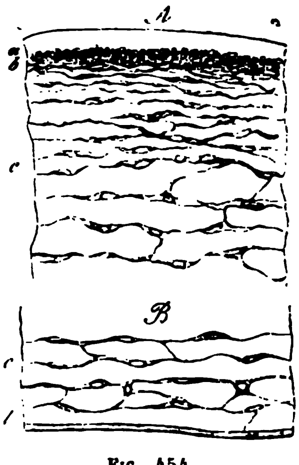


FIG. 454.

FIG. 454. — Section verticale de la cornée du nouveau-né, vue à un grossissement de 350 diamètres et traitée par l'acide acétique. L'épithélium a été négligé. — A. Portion antérieure de la cornée ; *a*, lame élastique antérieure ; *b*, couche serrée de grains arrondis (probablement de petites cellules), située au-dessous de la lame élastique et renfermant peu de tissu fibreux ; *c*, tissu fibreux bien développé, avec corpuscules de tissu conjonctif anastomosés.

B. Portion postérieure de la cornée ; *c*, comme précédemment ; *d*, lame vitrée de la membrane de Descemet.

de la cornée, arrivés au bord de cette membrane, où ils sont presque tous radiés, *se continuent directement et sans interruption* avec les fibres de la sclérotique, de sorte qu'il est impossible d'admettre une séparation naturelle des deux organes; 2° ainsi que Toynbee, en 1841, et plus tard Virchow l'ont démontré, on trouve entre les faisceaux de la cornée un nombre infini de cellules à noyau fusiformes ou étoilées, anastomosées entre elles, semblables à celles qui appartiennent en propre au tissu conjonctif (*corpuscules de tissu conjonctif de Virchow* ou *corpuscules cornéens*); les mêmes cellules se rencontrent également dans la sclérotique. Ces « *cellules cornéennes* », *oplaties* dans le sens des lamelles de la cornée, présentent un contenu transparent et de beaux noyaux. A l'aide de nombreux prolongements, dont les uns traversent perpendiculairement les lamelles, mais qui, pour la plupart, cheminent entre elles, toutes ces cellules sont unies ensemble et forment, chez certains animaux, un canevas très-régulier (fig. 455); mais partout elles émettent leurs prolongements généralement sous deux directions, qui s'entrecroisent à angle droit. Il paraît certain que le fluide nourricier dont la cornée est constamment et si abondamment abreuvée, et que, sur les grands yeux d'animaux, on peut démontrer directement en l'exprimant, est distribué dans la cornée en grande partie par les cellules en question. Un fait qui vient à l'appui de cette opinion, c'est que, très-souvent, dans les cas de maladie de cette membrane, on trouve dans ces cellules des gouttelettes de graisse, et quelquefois même, suivant Donders, des granulations pigmentaires. — Les canaux (*corneal tubes*) injectés par Bowman sur l'œil du bœuf et sur celui de l'homme ne doivent pas être confondus avec ce réseau de cellules; on peut les considérer comme n'étant probablement que des élargissements artificiels des petits espaces qui existent normalement entre les éléments histologiques de la cornée, et qu'on croit parfois reconnaître également à l'inspection microscopique.

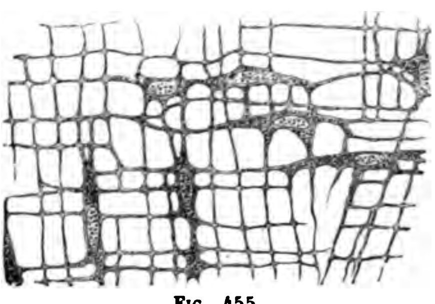


FIG. 455.

La *conjonctive cornéenne* (fig. 453, *a b*) est formée principalement d'un *épithélium stratifié* épais et mou, de 50 à 110 μ (50 μ, Bowman, 30 μ Henle) d'épaisseur. Les couches profondes de cet épithélium sont composées de cellules allongées, disposées perpendiculairement à la surface de la cornée; les cellules des couches moyennes ont une forme plus arrondie ; celles de la superficie, enfin, sont de véritables lamelles aplaties, molles, munies d'un noyau, et mesurant de 22 à 30 μ de largeur, lamelles dont l'ensemble con-

FIG. 455. — Réseau des cellules cornéennes du lapin. — Pièce traitée par l'acide pyroligneux. Grossissement de 360 diamètres. D'après His, in *Icon. phys.*, 2e édit.

stitue une couche de 18 à 22 μ d'épaisseur, analogue à la couche cornée de l'épiderme. Cet épithélium se trouble rapidement après la mort, et sous l'influence de l'eau ou de l'acide acétique ; il repose sur une *lame amorphe*, que Reichert, le premier, a signalée (*lame élastique antérieure* de Bowman) et qui a 6,7 à 9 μ d'épaisseur. Cette lame se voit très-bien sur des coupes verticales ou sur un pli d'une section horizontale, après addition d'un alcali ; mais elle est beaucoup moins nettement limitée du côté de la cornée proprement dite que la membrane de Descemet ; elle paraît aussi avoir une autre signification que cette dernière, et n'être qu'un reste de la couche vasculaire qui existait sur la conjonctive cornéenne dans les premiers temps. — De cette couche on voit partir çà et là des fibres recourbées qui ressemblent à de petits faisceaux rigides de tissu conjonctif ou à des fibres élastiques, et qui pénètrent dans l'épaisseur de la cornée, pour se perdre ensuite (Bowman) ; je les considère comme appartenant à la substance fondamentale de la cornée proprement dite.

La *membrane de Descemet* ou *de Demours*, appelée aussi *membrane de l'humeur aqueuse* (fig. 453, *d*), se compose de deux parties, d'*une membrane élastique*, assez lâchement unie au tissu cornéal : c'est la *membrane de Descemet proprement dite*, et d'*un épithélium* appliqué sur la face interne de cette dernière. La membrane élastique est transparente comme du verre, brillante, complétement amorphe, facile à déchirer, mais cependant assez résistante, et tellement élastique qu'elle s'enroule fortement sur elle-même, et toujours d'*arrière en avant* (Bowman ; Henle dit le contraire), lorsqu'elle a été séparée de la cornée par la dissection, par la coction dans l'eau ou la macération dans les alcalis ; ces opérations, non plus que les réactifs en général, ne troublent en rien sa transparence. La membrane de Descemet a 13 à 20 μ d'épaisseur (d'après H. Müller, chez les adultes de vingt à trente ans, 6 à 8 μ au milieu, 10 à 12 μ sur les bords ; chez les vieillards, 15 à 20 μ) ; ses caractères chimiques la rapprochent de la capsule cristalline (voy. plus bas). Vers le bord de la cornée, elle se continue avec un système spécial de fibres, sur lequel Reichert a le premier attiré l'attention, et dont Bowman a donné une description plus précise. Ces fibres commencent à une petite distance de la circonférence de la cornée, près de la face antérieure de la membrane de Descemet (fig. 453, *g*), sous la forme d'un réseau allongé, composé de fibrilles très-fines, analogues à des fibrilles élastiques. Peu à peu ce réseau se renforce ; au bord de la cornée, il occupe toute l'épaisseur de la membrane de Descemet, transformée en un lacis de grosses fibres, lames et trabécules. Une partie de ces fibres, sur toute la périphérie de la chambre antérieure, traversent l'humeur aqueuse, se réfléchissent sur la face antérieure de l'iris, en formant le ligament pectiné de Hueck, et se perdent dans les portions antérieure de ce diaphragme ; d'autres se rendent *au ligament ciliaire* ou mieux *au muscle ciliaire ;* d'autres, enfin, se perdent sur la paroi interne du canal de Schlemm (voy. plus loin, ce qui est dit à propos de l'uvée). Ainsi la membrane de Descemet ne se termine point par un bord tranchant, comme on

dont elles enveloppent les éléments, puis sur le bord de l'iris, où la couche épithéliale redevient complète.

Chez l'adulte, la *cornée* est presque entièrement *dépourvue de vaisseaux ;* chez le fœtus, au contraire, J. Müller et Henle (*De Memb. pupill.*, p. 44) ont observé les premiers, dans la conjonctive cornéenne de l'homme et du mouton, un riche réseau vasculaire, qui paraît cependant ne pas s'étendre jusqu'au centre de la membrane. Vers la fin de la vie fœtale et après la naissance, ce réseau s'atrophie plus complétement chez l'homme que chez les animaux; de sorte que chez le premier on ne trouve plus, sur le bord de la cornée, qu'une zone de 1 ou 2 millimètres de largeur, dans laquelle existent des vaisseaux sanguins. Ce sont, en général, des capillaires fins et très-fins, de 4, 5 à 9 μ de largeur, qui se terminent en formant une ou plusieurs séries d'anses; ils ont leur siége dans la conjonctive, qui, à ce niveau, forme une couche distincte, appelée *anneau conjonctival*, qui s'étend un peu sur la cornée, et qui, plus loin, se continue avec la lame élastique antérieure. Chez les animaux, ces *vaisseaux superficiels* ou *conjonctivaux* existent également; mais ils sont beaucoup plus développés et s'étendent plus en dedans, jusque vers le milieu du rayon de la cornée ou même plus loin. On rencontre de plus, dans la cornée elle-même, des capillaires *profonds*, provenant de la sclérotique et accompagnant généralement les tronc nerveux, dans lesquels ils forment une ou plusieurs anses très-allongées; quelquefois même ils s'étendent un peu au delà des nerfs; constamment ils se terminent par des anses, et leurs vaisseaux les plus fins, de même que les capillaires superficiels, mesurent à peine plus de 4, 5 μ de largeur. J'ai vu également chez l'homme *ces vaisseaux cornéens* accompagnant les branches nerveuses; mais ils y sont moins constants et bien moins développés. Il faut donc rectifier à cet égard les données de Leber, qui nie l'existence des vaisseaux cornéens. D'après cet anatomiste, les vaisseaux superficiels de la cornée proviennent des artères ciliaires antérieures, qui recouvrent encore une portion de la conjonctive scléroticale et qu'on peut, avec van Wœrden, désigner sous le nom de *vaisseaux conjonctivaux antérieurs*. Il est à remarquer, cependant, que ces vaisseaux

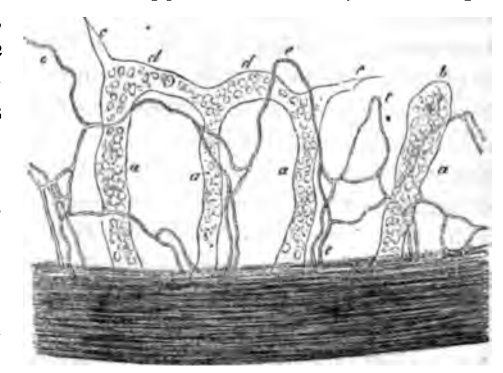


Fig. 456.

Fig. 456. — Capillaires et lymphatiques (?) du bord de la cornée, chez un jeune chat. — *a*, *a*, troncs des vaisseaux blancs; *b*, extrémité en cul-de-sac renflé d'un de ces vaisseaux; *c*, prolongement en pointe; *d*, anses que forment ces vaisseaux; *e*, capillaires sanguins. Grossissement de 250 diamètres.

communiquent aussi avec les vaisseaux conjonctivaux *postérieurs*, fournis par les artères palpébrales. (Leber, pl. III.)

On ne sait encore rien de satisfaisant touchant les *lymphatiques* de la cornée (voy. Arnold, *Anat.*, II, p. 968). J'ai vu cependant, à une certaine époque, dans la cornée d'un jeune chat, des vaisseaux (fig. 456) que je ne puis guère considérer que comme des lymphatiques. A la circonférence de la cornée, j'ai trouvé là, outre les anses capillaires très-évidentes et contenant des corpuscules sanguins, des vaisseaux pâles, beaucoup plus larges (de 22 à 45 μ et même à 68 μ), qui tantôt marchaient isolément et pénétraient dans la cornée aussi loin que les vaisseaux sanguins, pour s'y terminer en massue ou en pointe, et tantôt se réunissaient, au nombre de deux, trois ou plus, pour constituer des anses simples, d'où partaient encore souvent des prolongements terminés en cul-de-sac. Bien que très-larges, ces vaisseaux présentaient une membrane amorphe très-mince, avec quelques noyaux, et dans leur intérieur se trouvait un liquide transparent, dans lequel se rencontraient souvent des cellules arrondies et claires, isolées ou réunies en groupes nombreux, et tout à fait semblables aux corpuscules de la lymphe. — Si j'avais retrouvé ces vaisseaux sur d'autres animaux, je n'hésiterais pas à les regarder comme les radicules des lymphatiques de la conjonctive; mais, en attendant, la prudence me commande de n'émettre cette opinion que comme très-vraisemblable, et non comme certaine. Sur un des chats que j'examinai, les vaisseaux en question étaient tellement distincts dans les deux yeux, que je pus les montrer à plusieurs de mes collègues, notamment à Virchow et H. Müller; mais je n'ai pu, depuis lors, les revoir avec quelque netteté qu'une seule fois, sur un chat, bien que j'aie examiné, dans ce but, un grand nombre d'yeux de chats, de chiens, de bœufs, de moutons, de cochons, de lapins jeunes et vieux. De même, His (p. 71) n'a trouvé qu'une seule fois, sur un œil de veau, des vaisseaux analogues, qui étaient remplis d'une substance granuleuse pâle, que ni l'acide acétique ni la potasse ne rendaient transparente. Peut-être faut-il ranger en partie dans la même catégorie les formations observées par Lightbody sur des rats (*l. c.*, p. 33, pl. II, fig. 5 et 6 *a*).

Les *nerfs de la cornée*, découverts par Schlemm, proviennent des nerfs ciliaires; ils pénètrent dans la sclérotique à sa partie antérieure (chez le lapin, d'après Rahm, à sa partie postérieure), et passent ensuite dans la couche fibreuse de la cornée. Ces nerfs sont très-faciles à voir, chez l'homme, à la périphérie de la cornée, où ils consistent en 24 à 36 (d'après Sämisch, 40 à 45), petits troncs de divers calibres, mais dépassant rarement 45 μ en largeur. Ce qui les distingue, c'est non-seulement leur mode de distribution, qui consiste en une foule de ramifications et d'anastomoses, d'où résulte un réseau nerveux à larges mailles, étendu dans toute la cornée; c'est encore et surtout cette circonstance que ces nerfs ne sont formés de tubes primitifs à contours foncés que sur la périphérie de la cornée, dans une zone dont la largeur moyenne est de 1 à 2 millimètres;

encore ces tubes sont-ils très-fins et n'ont-ils que 2,2 à 4,5 μ de largeur. Dans leur trajet ultérieur, les nerfs de la cornée ne présentent plus que des fibres sans moelle, complétement *hyalines et transparentes*, de 1,1 à 2,2 μ de diamètre, au maximum; de sorte que ces fibres, non plus que les autres éléments de la cornée, ne troublent nullement la marche des rayons lumineux, ce que démontre aussi, du reste, la difficulté que l'on éprouve à les suivre sous le microscope. En second lieu, la *distribution* de ces nerfs est toute spéciale, attendu que la plupart des extrémités nerveuses, comme Hoyer l'a constaté le premier, émergent de la substance de la cornée, pénètrent dans l'épithélium de la conjonctive cornéenne, dans lequel leurs terminaisons ultimes ont été démontrées pour la première fois par Cohnheim, au moyen du chlorure d'or. Comme les nerfs de la cornée présentent un grand intérêt au point de vue physiologique et pathologique, je décrirai leur disposition avec quelques détails.

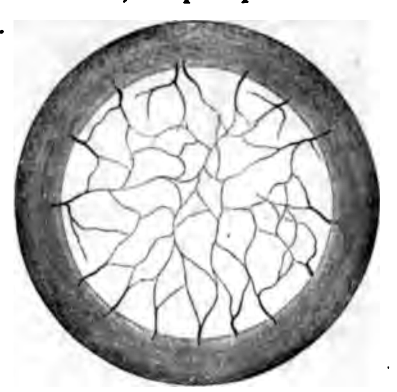


Fig. 457.

Nerfs de la face antérieure de la cornée ou de la conjonctive cornéenne. Ces ramifications nerveuses se divisent en deux portions : 1° *celles de la substance propre de la cornée*, et 2° *celles de l'épithélium antérieur.* Les ramifications nerveuses de la cornée proprement dite présentent cette particularité, que les petits troncs qui les constituent se dirigent tous vers la surface antérieure de la cornée, se ramifient fréquemment dans ce trajet et forment, par leurs branches et leurs rameaux, un plexus continu (fig. 458), dont les portions les plus fines ont leur siége immédiatement au-dessous de la membrane élastique antérieure. D'après mes observations, conformes à celles de Hoyer et Cohnheim, ce plexus superficiel, que j'ai vu le premier (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 622-627), et que His et Sämisch ont ensuite mieux décrit, consiste, de même que les plexus plus gros dont il dérive, principalement en anastomoses entre des faisceaux plus ou moins gros de fibres nerveuses extrêmement fines (cylindres d'axe?) qui, sur des préparations au chlorure d'or, paraissent élégamment variqueuses. Y a-t-il dans ce réseau, comme je l'admettais autrefois, des anastomoses entre fibres nerveuses isolées? Cela me paraît douteux; mais il m'est impossible de répondre négativement, attendu qu'on trouve aussi dans ce réseau une foule de fibrilles très-fines qui s'unissent entre elles et dont on ne peut pas toujours dire qu'elles représentent encore de petits fascicules. — Toutes les branches d'un certain volume de ce plexus pré-

Fig. 457. — Nerfs de la cornée du lapin, avec leurs ramifications principales. La partie noire des troncs représente l'étendue dans laquelle ils conservent des tubes à contours foncés.

sentent une *gaîne à noyaux*, que je crois devoir admettre même sur les éléments les plus fins du réseau, attendu que sur des pièces traitées par l'acide acétique, j'ai vu manifestement une gaîne sur les ramifications qui s'enfonçaient dans l'épithélium. Il est à remarquer, en outre, que déjà au bord de la cornée les éléments à contours foncés de ces expansions nerveuses montrent çà et là des bifurcations, et qu'il faut, avec Cohnheim, admettre ces bifurcations pour les fibres nerveuses sans moelle, puisque le nombre de ces fibres constituant les portions les plus fines du plexus dépasse de beaucoup celui des fibres à contours foncés que renferment les troncs.

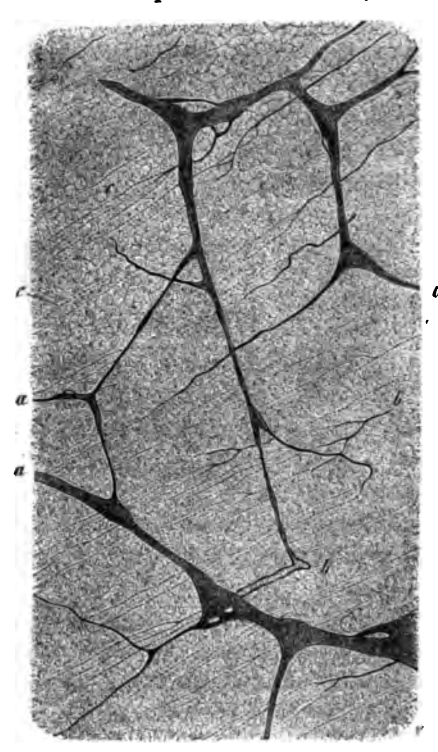


Fig. 458.

Du plexus superficiel de la substance cornéenne partent çà et là des ramuscules isolés, qui s'élèvent, soit verticalement, soit obliquement vers la membrane élastique antérieure, *qu'ils traversent en ligne droite et sans se ramifier*. Ces *rameaux perforants* représentent chez le lapin, comme Hoyer le dit avec raison, des éléments

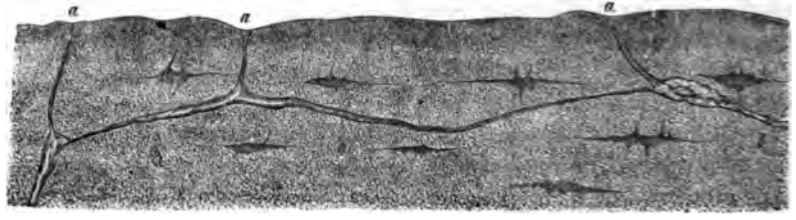


Fig. 459.

spéciaux, qui, traités par l'acide acétique dilué, rappellent très-bien, par leur largeur et leur aspect foncé, les tubes nerveux à moelle. En effet, on

Fig. 458. — Portion des couches superficielles de la cornée du lapin, laissant paraître, par transparence, les cellules épithéliales les plus profondes. — Préparation au chlorure d'or. Grossissement de 250 diamètres. — *a*, branches nerveuses formant un plexus ; *b*, rameaux perforants ; *c*, ramifications nerveuses sous-épithéliales.

Fig. 459. — Portion superficielle d'une coupe verticale de la cornée d'un lapin, sans l'épithélium. — Traitée par l'acide acétique étendu, et grossie 400 fois. — *a*, surface limitante extérieure de la lame élastique antérieure ; *b*, plexus nerveux superficiel, d'où partent trois rameaux perforants.

voit souvent une fibre pâle très-fine du plexus superficiel, qui semble n'être qu'un cylindre d'axe, se continuer avec un renflement en forme de bâtonnet, de fuseau ou de massue, dont la longueur est de 20-90 μ et la largeur de 2-4 μ. L'usage du chlorure d'or montre nettement que ces renflements à moelle représentent, sinon tous, du moins la plupart, des faisceaux de cylindres d'axe pâles, et c'est peut-être précisément dans ces régions qu'on voit des cylindres d'axe se diviser en faisceaux de filaments très-fins.



FIG. 460.

Après avoir traversé la membrane élastique, les rameaux perforants changent brusquement de direction et fournissent des expansions qui s'étendent horizontalement entre les cellules épithéliales les plus profondes et la membrane élastique : c'est ce que Cohnheim a appelé le *réseau terminal sous-épithélial*. Chez le lapin, ce réseau n'est formé que de cylindres d'axe variqueux, très-fins et très-nombreux, qui cheminent parallèlement à la direction des rayons de la cornée (fig. 458), sans présenter aucune trace de gaînes nerveuses ni de noyaux. Ces cylindres d'axe s'étendent généralement sur une longueur plus ou moins grande, et sont séparés par des espaces libres de nerfs, de telle façon que chacun d'eux peut être suivi isolément. Ils sont la continuation directe des rameaux perforants, qui, en émergeant de la membrane élastique, se divisent en *bouquets* de cylindres d'axe et se dirigent vers le centre de la cornée. Chez le lapin, ces filaments présentent peu d'anastomoses, et la dénomination de réseau leur convient peu. Il en est autrement chez le *cochon d'Inde*, où les cylindres d'axe semblent s'anastomoser très-fréquemment entre eux (fig. 461). Les *touffes terminales* y ont une forme étoilée, tandis que chez le lapin ils ressemblent plutôt à un pinceau. Chez l'*homme*, le réseau sous-épithélial se comporte à peu près comme chez le lapin, et se compose surtout de fibrilles nerveuses parallèles, entre lesquelles, cependant, les anastomoses paraissent être plus nombreuses.

Du réseau sous-épithélial s'élèvent, comme Cohnheim l'a fait connaître, sous la forme de prolongements terminaux et de ramifications latérales de ses fibrilles, une foule de filaments qui s'avancent *perpendiculairement* dans l'épithélium, et qui, après avoir passé simplement entre les cellules épithéliales les plus profondes, implantées perpendiculairement, se dis-

FIG. 460. — Rameau perforant des nerfs cornéens du lapin, après l'action de l'acide acétique. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, limite de la lame élastique antérieure ; *b*, portion du plexus nerveux qui renferme des noyaux ; *c*, rameau perforant ; *d*, renflement en massue de ce rameau, paraissant contenir de la moelle ; à son extrémité, près de la surface de la lame élastique, proéminent quelques fibrilles (cylindres d'axe).

tribuent d'une manière très-variable entre les cellules épithéliales aplaties de la superficie (fig. 462). La règle, c'est que les *fibres terminales*, arrivées au-dessus des cellules perpendiculaires, se *divisent* à plusieurs reprises, et que leurs branches se recourbent successivement pour prendre une direction *horizontale*, qu'elles atteignent après un trajet plus ou moins long entre les couches de cellules aplaties les plus superficielles. Ces fibres terminales présentent encore, rarement d'après ce qu'il m'a semblé, des espèces d'*anastomoses*, et quant à leur terminaison, chaque ramuscule

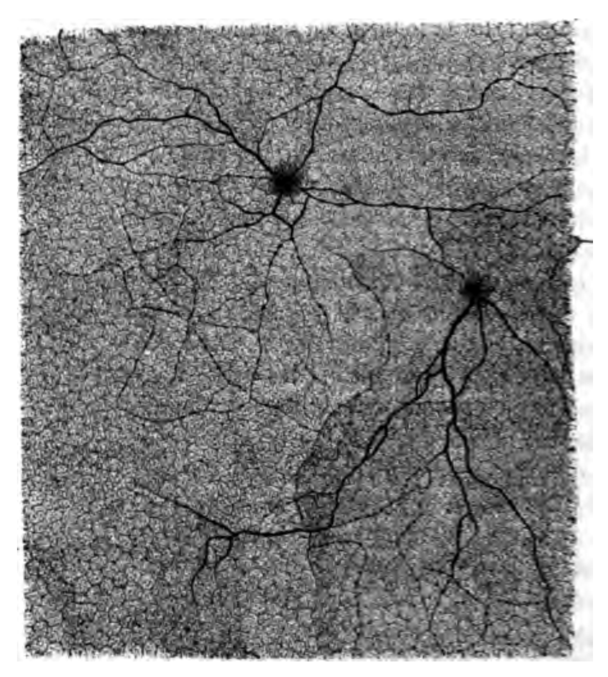


FIG. 461.

forme une extrémité *libre*, munie souvent, sur les préparations au chlorure d'or, d'un petit renflement. Généralement ces extrémités sont encore recouvertes par les couches celluleuses les plus superficielles; c'est à peine si, çà et là, elles atteignent, entre quelques cellules isolées, la surface de l'épithélium, sans toutefois émerger de celui-ci, comme le prétend Cohnheim, qui avance qu'une portion de ces extrémités plonge librement dans le liquide qui humecte la cornée. — Vues de face (fig. 463), ces fibres terminales apparaissent dans l'épithélium sous la forme de belles étoiles à trois, quatre ou cinq branches, très-irrégulièrement con-

FIG. 461. — Portion du plexus sous-épithélial de la cornée du cochon d'Inde. Grossissement de 350 diamètres. — On voit les surfaces qui forment la base des cellules épithéliales les plus profondes. Les points où les filaments nerveux du plexus convergent en étoile désignent les extrémités des rameaux perforants qui ne sont pas au foyer du microscope.

formées, et présentant un nombre variable de bifurcations. Quant à leur nombre, elles sont si serrées que presque toujours les diverses étoiles se pénètrent par leurs extrémités et qu'il est impossible de trouver des régions privées de nerfs. — Chez l'*homme*, j'ai pu voir également les fibres terminales s'élever entre les couches profondes des cellules épithéliales, pour devenir horizontales dans les couches superficielles; mais comme je n'avais pu me procurer des yeux très-frais, les préparations n'étaient point aussi parfaites que chez les mammifères; je ne suis donc point en mesure de décrire spécialement l'ensemble de leur disposition.

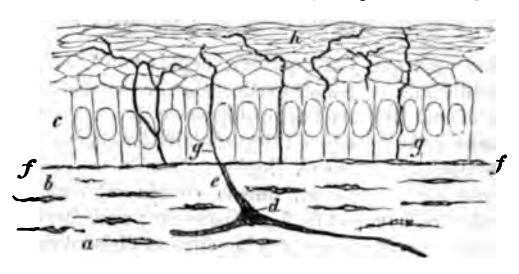


FIG. 462.

Outre les nerfs qui pénètrent dans l'épithélium, il est possible qu'il y ait des terminaisons nerveuses *dans l'épaisseur de la cornée*, voire même dans les couches antérieures de cette membrane; et, en effet, chez le lapin, j'ai vu, rarement il est vrai, partir du plexus des filaments extrêmement ténus qui ne pouvaient être suivis, ni dans l'épithélium, ni jusqu'à d'autres rameaux, et qui semblaient se terminer librement.

Nerfs des couches postérieures de la cornée, près de la membrane de Demours. J'ai vu aussi l'année dernière, sur le lapin, des nerfs dans cette portion de la cornée que jusqu'alors on considérait, chez les mammifères, comme complétement privée de nerfs. Des petits troncs des nerfs cornéens que l'on connaît, partent çà et là, près du bord de la cornée, de petits rameaux récurrents, qui se dirigent vers la face concave de la membrane. Ces rameaux se décomposent bientôt en cylindres d'axe isolés, très-fins et variqueux, qui continuent à cheminer horizontalement, soit appliqués immédiatement sur la membrane élastique postérieure, soit à une faible distance de cette membrane. Ce qui caractérise ces filaments, c'est, d'une part, leur trajet rectiligne sur une étendue plus ou moins considérable, souvent très-longue, et dans deux directions réciproquement perpendiculaires (celle du rayon et celle de la tangente); ce sont, d'autre part, les coudes à angle droit qu'ils forment souvent, si bien qu'un même filament peut prendre la disposition d'un rectangle ou d'un quadrilatère; selon toute apparence, il y a aussi çà et là de *véritables bifurcations*. Il semble exister aussi des *anastomoses en*

FIG. 462. — Section verticale des portions antérieures de la cornée du lapin, traitée par le chlorure d'or. Grossissement de 400 diamètres. — *a*, cornée avec ses corpuscules de tissu conjonctif; *b*, lame élastique antérieure; *c*, épithélium; *d*, portion du plexus nerveux superficiel de la cornée proprement dite; *e*, rameau qui perfore la lame élastique antérieure et se perd dans le plexus sous-épithélial *ff*, lequel ne se voit que peu distinctement sur des coupes verticales; *g*, cylindres d'axe libres qui, de ce plexus, s'élèvent dans l'épithélium et se terminent entre les cellules épithéliales superficielles par des ramifications horizontales *h*.

réseau entre les fibres; mais la terminaison par des extrémités libres dans l'épaisseur de la cornée paraît être la plus commune. En somme, les fibres nerveuses sont peu nombreuses dans la membrane de Demours; mais elles ne seraient pas sans importance, si leur existence était générale, puisqu'elles serviraient à mesurer la pression intra-oculaire.

Les vues que j'ai exposées, depuis 1852, sur la structure de la cornée et qui reproduisent, en grande partie, celles de Bowman, concordent assez bien avec l'opinion que défend His, avec cette différence que cet auteur considère les faisceaux aplatis comme de la substance intercellulaire homogène, mais pouvant être scindée dans des directions déterminées. Henle, au contraire (*Splanchnol.*, p. 600), admet toujours, comme précédemment, que la cornée est composée de lamelles séparées, d'une étendue inconnue et de 5 μ d'épaisseur; seulement, il reconnaît maintenant que dans certaines circonstances, ces lamelles se divisent en fibres fines. Elles sont unies entre elles, d'après lui, par une sorte de ciment qui fait défaut sur certains points, et c'est là que se trouvent des vacuoles en forme de fente, contenant du liquide nourricier et parfois un noyau de cellule. On ne sait si ce noyau appartient ou non à une cellule tapissant la paroi de la cavité. — Je ne comprends pas très-bien ce qui autorise Henle à espérer que bientôt on s'accordera à reconnaître la texture lamelleuse de la cornée, telle qu'il l'entend. Cette entente, il faut le reconnaître, ne se ferait pas attendre, si Henle arrivait à démontrer ses lamelles indépendantes ou à isoler le prétendu ciment « réfractaire » aux dissolvants des substances albumineuses et collagènes. Aussi longtemps que cela n'aura pas eu lieu, il sera permis de conclure des faits connus à l'existence de faisceaux de fibrilles aplatis, anastomosés, affectant des directions variées. A tous ceux qui ne seraient pas portés à admettre cette opinion, je recommande la description élégante donnée déjà par Bowman (*Lectures on the eye*, p. 11 et 12; ma *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 611), à laquelle je ne puis rien ajouter de meilleur; je les engage aussi à consulter les recherches sur la cornée, instituées par His, au moyen de la *lumière polarisée*. Ces recherches prouvent, sans réplique, que la cornée se compose de faisceaux aplatis, étroits et d'une certaine épaisseur, qui s'entrecroisent dans différentes directions. Dornblüth et Langhans ont, il est vrai, révoqué en doute ces derniers résultats, mais sans raison plausible. A l'égard des objections formulées par ces auteurs, je ferai remarquer que His ne dit nulle part que des sections pratiquées dans *tous* les sens donnent constamment les mêmes figures à la lumière

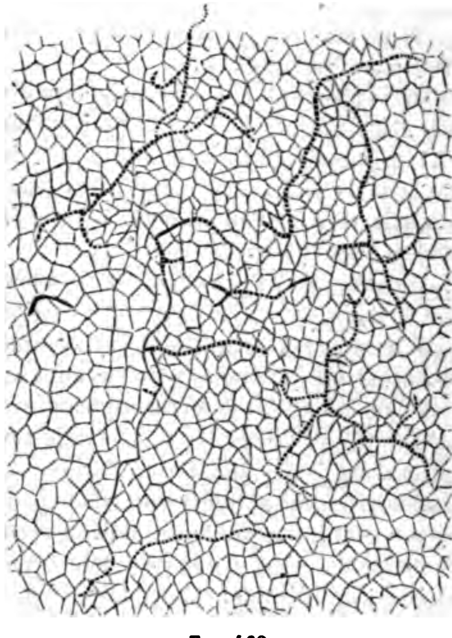


Fig. 463.

Fig. 463. — Épithélium cornéen du lapin, traité par le chlorure d'or et vu par la face externe. Grossissement de 400 diamètres. — On voit les contours vagues des cellules *profondes*, perpendiculaires, et au-dessus d'eux les extrémités terminales des cylindres d'axe libres entre les cellules *superficielles* et aplaties, non représentées.

polarisée. Enfin, je rappellerai que les tentatives faites, soit autrefois, soit de nos jours, pour injecter la cornée par piqûre, depuis Bowman jusqu'à v. Recklinghausen, sont décidément contraires à l'opinion qui attribue à la cornée une texture lamelleuse, car jamais on ne remplit de grandes cavités en fente (voy. v. Recklinghausen, *die Lymphgefässe*, p. 51).

Quant aux *corpuscules de la cornée*, il est consolant de voir qu'on commence à s'entendre, attendu que Langhans envisage maintenant ces éléments exactement comme Virchow et His et les a même représentés à l'état d'isolement, et que tout récemment Henle (*Splanchn.*) s'est également montré plus disposé à les admettre. Un excellent moyen de les rendre admirablement visibles a été découvert par His : il consiste à traiter la préparation par une solution étendue de nitrate d'argent. En disant cela, je ne veux en rien diminuer les grands services qu'a rendus v. Recklinghausen en préconisant l'argentation comme méthode générale de l'investigation histologique (Voy. v. Recklinghausen, in *Virch. Arch.*, XIX, p. 451 ; XXVII, p. 459, et *die Lymphgefässe*, etc., p. 4 ; puis His, *Histologie de la cornée*, p. 67 ; *Virch. Arch.*, XX, p. 207 ; *Zeitschr. f. w. Zool.*, XIII, p. 472. Je ferai observer que je connais les préparations de cellules cornéennes argentées de His, depuis 1858). En employant le nitrate d'argent, on obtient d'abord des précipités d'argent dans la substance fibreuse de la cornée, si bien que les cellules apparaissent sous l'aspect de belles étoiles transparentes. Quand une semblable cornée est placée dans une solution de sel de cuisine, la substance fondamentale s'éclaircit de nouveau, tandis que l'argent se dépose dans l'intérieur des cellules ; on a alors des étoiles et des réseaux foncés sur un fond clair. His a représenté aussi des cellules isolées remplies d'argent, et donné ainsi une nouvelle preuve qu'elles sont des corpuscules distincts, pourvus d'une cavité. Le meilleur argument en faveur de l'existence normale des corpuscules cornéens étoilés, ramifiés et anastomosés, tels que nous les connaissons depuis Virchow, Strube et His, se trouve dans cette circonstance qu'on les voit admirablement, avec tous leurs prolongements, comme His l'a montré le premier (Cornea, p. 21, 22), sur des coupes pratiquées sur des cornées *parfaitement fraîches*, sans aucune addition de réactifs, observation que Kühne (*das Protoplasma*, p. 125), v. Recklinghausen (*Virch. Arch.*, XXVIII, p. 171, 176) et Engelmann ont confirmée en reconnaissant ces cellules sur des cornées entières de grenouilles et de mammifères, simplement humectées d'humeur aqueuse, avec ou sans le secours de la chambre humide. Il est à rappeler, en outre, que les cellules, avec tous leurs prolongements, peuvent être isolées par la macération dans les acides concentrés (His) et que, sous l'influence du chlorure d'or, elles deviennent parfaitement visibles, ainsi que cela a été trouvé par Cohnheim et par moi.

Si l'existence, dans la cornée, de cellules étoilées à noyau, unies entre elles par de nombreux prolongements, peut être considérée comme suffisamment démontrée, cela ne veut pas dire que toutes les questions relatives à ces cellules sont résolues ; il y a surtout à se demander si ces cellules ou les corpuscules cornéens possèdent des membranes distinctes, et si les lacunes de la substance fondamentale de la cornée qui les renferment doivent être envisagées comme des cavités spéciales ou non. Dans ses recherches remarquables sur les vaisseaux lymphatiques, v. Recklinghausen a décrit également pour la cornée les canalicules plasmatiques qu'il a trouvés dans d'autres régions. Chez certains animaux, ces canalicules, qu'on peut démontrer par l'injection, cheminent, d'après lui, réunis en faisceaux parallèles, et s'entrecroisent comme les *corneal tubes* de Bowman, tandis que chez d'autres ils forment des réseaux serrés, dont les canaux, chez le cochon d'Inde, ont, en moyenne, une largeur double de celle d'un vaisseau capillaire de la grenouille, mais sont beaucoup plus étroits chez l'homme. C'est dans ces *canalicules plasmatiques*, où l'on ne pouvait démontrer l'existence d'une membrane et qu'il était impossible d'isoler, que v. Recklinghausen place le siége des cellules de la cornée, qu'il décrit comme des corpuscules irrégulièrement configurés, sans communication entre eux et paraissant tantôt arrondis et tantôt étoilés (sous l'influence de l'excitation galvanique). — Quant à la

signification des canalicules plasmatiques, v. Recklinghausen est évidemment porté à les considérer comme appartenant au domaine du système lymphatique, puisqu'il est parvenu à démontrer leurs connexions avec des troncs ramifiés, dont les plus gros logeaient de petits rameaux nerveux au bord de la cornée. Il est à remarquer, cependant, qu'on ne saurait, à cet égard, se prononcer définitivement d'une manière certaine.

Ces propositions de v. Recklinghausen furent bientôt élargies et mises en lumière par une série de recherches nouvelles, parmi lesquelles celles de His (*Schweiz. Zeitschr. f. Heitk.*, II), v. Recklinghausen lui-même (*Virch. Arch.*, XXVIII) et Engelmann (*Cornea*) méritent surtout d'être mentionnées. Les points suivants ont été ainsi mis en relief :

1° Les cellules contractiles de la cornée ne sont pas les cellules cornéennes étoilées de v. Recklinghausen et Kühne, mais bien, d'après les recherches de v. Recklinghausen lui-même, de petites cellules spéciales, sur lesquelles on a constaté même des mouvements de locomotion. Ces « cellules voyageuses » se trouvent aussi bien sur la grenouille que chez les mammifères; leur origine n'est pas encore établie d'une manière certaine. On doit les ranger à côté des cellules contractiles analogues observées précédemment par v. Recklinghausen et par moi dans les substances conjonctives (§ 16).

2° Relativement aux corpuscules cornéens, v. Recklinghausen reconnaît maintenant qu'outre leurs prolongements libres, ils présentent aussi des prolongements anastomosés; comme His, il a pu isoler leurs réseaux au moyen de l'acide sulfurique concentré. Mais, d'autre part, v. Recklinghausen n'est pas encore convaincu que ces cellules remplissent complétement les canalicules plasmatiques qu'il avait injectés; il fait observer que les productions isolées par l'acide sulfurique sont peut-être, en partie, des précipités déterminés dans les canalicules plasmatiques, et ensuite que les réseaux des prolongements de cellules qui deviennent apparents par le nitrate d'argent sont bien plus riches que ceux que l'on voit entre d'autres cellules. Conséquemment, d'après lui, les corpuscules cornéens ne répondent qu'en partie à ces réseaux. — Ni l'une ni l'autre de ces objections ne saurait être considérée comme véritablement fondée; car, dans le premier cas, v. Recklinghausen n'a pas démontré qu'un excès d'acide sulfurique dissout une partie des anastomoses figurées, comme cela arrive, selon lui, pour les coagulums produits par l'acide sulfurique dans le réseau ou dans les épanchements. En second lieu, il est prouvé suffisamment par les observations de His (v. Engelmann, *l. c.*), assez difficiles à répéter, que les prolongements des cellules cornéennes de la grenouille ne sont pas « faiblement ramifiées », comme dit v. Recklinghausen, mais bien présentent, sur des cornées fraîches, la même richesse de ramifications que sous l'influence du nitrate d'argent.

3° Dans ses communications les plus récentes, v. Recklinghausen maintient ses canalicules plasmatiques; mais avec la meilleure volonté du monde, on ne saurait sauver du naufrage qu'une faible partie de sa théorie première. Il me paraît certain que les corpuscules cornéens d'une cornée normale *remplissent complétement* les vacuoles de la substance fondamentale qui les renferme, et que, par conséquent, il n'y a aucun motif de donner un nom spécial à ces vacuoles. Cela ne veut pas dire que les vacuoles ne peuvent pas s'injecter, ni que, dans des circonstances différentes, des corps étrangers, refoulant partiellement ces corpuscules, ne peuvent pénétrer dans leur intérieur, comme effectivement Engelmann l'a observé pour les cellules voyageuses. C'est à tort qu'on a invoqué ici les productions, telles que les vibrions, contenues dans les *corneal tubes* de Bowman, productions qui se développent dans les cornées mortifiées (*l. c.*, p. 196).

Mais si, partout, les *cellules cornéennes* sont étroitement entourées de tissu cornéen, et si l'on ne peut admettre un réseau de canalicules ne contenant que par place des cellules, il est possible, néanmoins, que les espaces logeant les cellules possèdent une *membrane spéciale qui les tapisse* et qui ait, avec les cellules, les mêmes connexions que celles que Neumann assigne aux capsules osseuses relativement aux protoblastes ou cellules des os (voy. ci-dessus, § 85, particulièrement p. 251 et 252); en d'autres termes, cette membrane pourrait être considérée comme un produit d'exsudation

extérieur des corpuscules cornéens. La solution de cette question ne pourra découler que de recherches analogues à celles que Neumann a instituées sur les os et les dents. Toutefois, dès à présent, une observation de v. Recklinghausen me semble favorable à l'idée de cette membrane, bien que v. Recklinghausen lui-même le conteste; une solution de 4 p. 0/0 de phosphate de soude, en effet, détermine, d'après v. Recklinghausen, un retrait des prolongements des cellules cornéennes. Si l'on fait macérer ensuite la cornée dans l'acide sulfurique, le réseau s'isole comme dans une cornée fraîche; mais dans les larges points nodaux se voit le corpuscule cornéen nettement circonscrit, tandis que les autres parties du réseau sont pâles. Rien de plus naturel que d'admettre ici les mêmes connexions que pour les capsules cartilagineuses et osseuses, dont le contenu, ou le protoplaste, peut également s'écarter de la paroi qui l'enferme. Il me semble que de nouvelles recherches, faites dans ce sens, sur les cellules cornéennes, devront conduire à des résultats satisfaisants.

Bien que, d'après ce qui précède, il n'y ait point dans la cornée des canalicules plasmatiques en communication avec les cellules, *on peut cependant considérer comme tels les* CORNEAL TUBES *de Bowman*, et une portion notable des canaux injectés par v. Recklinghausen ne sont pas autre chose. Bowman lui-même les considère comme des dilatations artificielles d'espaces normaux qui, pendant la vie, ne renferment qu'une quantité imperceptible de liquide, manière de voir à laquelle je me suis rangé déjà dans la première édition de cet ouvrage, et qu'a admise également Engelmann, quand il a dit que la couche de liquide qui sépare les fibrilles n'est pas mesurable. Il est difficile, comme on le concevra facilement, de déterminer la quantité de liquide qui se trouve dans les lacunes, d'autant plus que, sous l'influence de diverses circonstances, cette quantité devra nécessairement varier. Mais Leber va sans doute trop loin quand il dit que les interstices de Bowman sont des espaces lymphatiques avec une membrane spéciale, puisqu'il a pu, après une injection de térébenthine colorée, isoler ces interstices, d'où la matière à injection passait dans les vaisseaux lymphatiques. — Au sujet *de réseaux spéciaux formés d'éléments canaliculés* qui, peut-être, sont en connexion avec les vaisseaux lymphatiques, voyez le travail de Sämisch.

L'étude des nerfs de la cornée est entrée dans une phase toute nouvelle par suite des découvertes importantes de Hoyer et de Cohnheim, dont les premières communications furent bientôt étendues par moi, par Cohnheim lui-même et par Engelmann. J'ai reconnu volontiers le grand mérite que Cohnheim s'est acquis dans cette circonstance, et si j'ai critiqué les points sur lesquels Cohnheim s'était d'abord trompé, c'est sans personnalité. D'autant plus inexcusable me paraît être le ton que Cohnheim a pris vis-à-vis de moi dans son grand travail. Un tel procédé serait même inconvenant si je m'étais trompé; mais comme Cohnheim s'est vu dans la nécessité de se ranger à mon avis sur tous les points controversés, sa manière d'agir a été en même temps imprudente.

Malgré les progrès réalisés, plusieurs particularités concernant les nerfs de la cornée ne sont pas encore suffisamment éclaircies; j'attirerai spécialement l'attention sur les points suivants. Les extrémités libres des nerfs épithéliaux, « flottant » dans l'humidité qui lubrifie la cornée (Cohnheim), n'ont pu être observées par Engelmann, non plus que par moi; et les données de ce dernier anatomiste méritent d'autant plus de considération, qu'il est parvenu très-heureusement à prouver que les terminaisons nerveuses, dans l'épithélium cornéen, peuvent être constatées sur des cornées toutes fraîches, et que, par des expériences physiologiques, il a démontré combien il est invraisemblable que les extrémités nerveuses proéminent au-dessus de la surface de la cornée. Je n'ai vu, d'une manière certaine, des extrémités nerveuses que *dans l'épaisseur de l'épithélium*; or, ces extrémités avaient échappé à Cohnheim, mais il les admet aujourd'hui.

Une mention *spéciale* est due à la cornée de la grenouille, parce que Kühne prétend y avoir trouvé que, *dans toute l'épaisseur de la cornée*, les *nerfs sont unis aux cellules cornéennes*. Cohnheim, dans sa première communication, s'est déclaré « obligé de confirmer ces données sous tous les rapports », bien que déjà Hoyer eût

décrit dans cette membrane des filaments nerveux qui, perforant la cornée, pénètrent dans l'épithélium de sa face antérieure. C'est alors que je démontrai que chez la grenouille, le mode de terminaison des nerfs est essentiellement le même que chez les mammifères, et plus tard Engelmann et Cohnheim, dans son grand ouvrage, adoptèrent complétement mon opinion.

Voici quelle est la disposition exacte des nerfs de la cornée. Du riche plexus de rameaux fins et gros situé dans les couches *profondes* de la cornée (Sämisch, Kühne, Hoyer), s'élèvent çà et là des ramuscules de divers volumes qui, après un trajet plus ou moins long, se rapprochent de la face antérieure de la cornée, qu'ils finissent



FIG. 464.

par perforer, pour pénétrer dans l'épithélium. Ces « rameaux perforants », faciles à distinguer sur des préparations, soit à l'acide acétique, soit au chlorure d'or, sont assez nombreuses. Dans une magnifique préparation au sel d'or, j'ai compté, sur un tiers environ de la cornée, 67 de ces nerfs (fig. 464), et dans cet examen attentif, je constatai qu'un nombre considérable de rameaux perforants pénètrent *isolément* au bord de la cornée, sans avoir de connexions avec le grand plexus de cette membrane, fait que Engelmann a vu également. De ces rameaux partent, comme chez les mammifères, des *expansions sous-épithéliales*, analogues à celles du lapin, si ce

FIG. 464. — Cornée entière et grossie de la grenouille, avec représentation exacte de toutes les ramifications nerveuses d'un certain volume. Dans un tiers environ de la membrane, tous les rameaux perforants, qui se distinguent par un renflement en forme de bouton qui les termine, sont représentés ; il en est un grand nombre qui naissent de filaments qui arrivent par le bord, sans passer dans le grand plexus.

n'est que les anastomoses entre les divers filaments sont plus fréquentes (Cohnheim trouve plus de faisceaux terminaux *étoilés* avec anastomoses), et de ce réseau, qui toutefois ne présente *aucune anastomose véritable entre cylindres d'axe*, comme Engelmann croit en avoir trouvé sur des cornées fraîches, se détachent ensuite des filaments terminaux, qui pénètrent dans l'épithélium et, comme chez les mammifères, se terminent librement entre les cellules épithéliales externes et aplaties, sans atteindre la surface de la cornée, fait que Cohnheim déclare admettre également.

Outre ces nerfs de la conjonctive cornéenne, la cornée de la grenouille renferme de nombreuses ramifications nerveuses que je désignerai sous le nom de *nerfs des couches postérieures de la cornée*. Ce sont là les nerfs que Kühne prétend être en continuité avec les cellules cornéennes, ce dont je n'ai pu m'assurer nulle part. Comme les filaments nerveux et les prolongements des cellules s'entrecroisent sur une multitude de points, il semble parfois que les deux espèces d'éléments sont unis entre eux çà et là ; mais un examen attentif montre toujours qu'ils passent simplement l'un au-devant de l'autre, et ce n'est que dans des cas très-rares que la vérité ne peut être discernée. Comme l'or donne généralement aux filaments nerveux une couleur noire, aux prolongements des cellules une teinte grise ou gris noirâtre, l'observation en devient d'autant plus facile. Il est à remarquer, du reste : 1° que dans les couches antérieures de la cornée, qui contiennent également des cellules étoilées, il n'y a pas d'autres nerfs que les rameaux perforants destinés à l'épithélium; 2° qu'un très-grand nombre des cellules des couches postérieures de la cornée peuvent être vues avec tous leurs prolongements; 3° enfin, que la plupart des nerfs un peu fins des couches postérieures de la cornée ont un trajet si spécial, que l'idée qu'ils se continuent avec des cellules paraît peu vraisemblable. Les nerfs, en effet, présentent un trajet rectiligne sur une assez grande longueur, et sont unis entre eux par des prolongements qui, le plus souvent, s'en détachent à angle droit, de façon à produire un réseau à larges mailles. Plus exactement, la plupart de ces nerfs affectent la direction des rayons ou des tangentes, ou une direction qui s'en approche. Ils naissent du gros plexus nerveux, ou bien ils émergent par le bord de la cornée, sous la forme de filaments ténus dont il est impossible de prouver qu'ils naissent de branches plus volumineuses. Quant à leur composition, beaucoup de ces nerfs sont des cylindres d'axe cheminant isolément, d'autres sont des faisceaux de deux ou trois de ces cylindres; et pour ce qui est de leur trajet ultérieur, il est très-facile de démontrer que ceux mêmes qui ne sont formés que d'un seul cylindre d'axe donnent des rameaux qui s'en détachent à *angle droit* et qui les unissent entre eux çà et là, tandis que je n'ai rencontré aucune extrémité libre; si bien que l'ensemble me paraît être un véritable réseau à grosses mailles de fibres nerveuses primitives (cylindres d'axe), réseau que des plexus plus fins, formés de petits faisceaux de fibres nerveuses, unissent au gros plexus principal de la cornée. La portion la plus riche de ce réseau terminal et des plexus terminaux se trouve entre le gros plexus et la membrane élastique postérieure, soit immédiatement contre cette dernière, soit immédiatement en avant du gros plexus. Engelmann révoque aussi en doute l'existence, entre ces nerfs, de véritables anastomoses, et quant à leur terminaison, les uns lui ont paru présenter des extrémités libres, les autres ont semblé se continuer avec les cellules cornéennes, données qui méritent une tout autre confiance que les résultats des recherches de Kühne, évidemment faites à la légère. Engelmann avance aussi que quelques extrémités nerveuses « extrêmement rares » se trouvent dans le tiers antérieur de la membrane. — Dans la portion de conjonctive oculaire qui, chez l'homme, s'étend sur le bord supérieur et sur le bord inférieur de la cornée, W. Krause a trouvé, au sein des crêtes conjonctives irrégulières qui s'y rencontrent, d'après Manz, quelques bulbes terminaux, analogues à ceux du reste de la conjonctive (*Anat. Unters.*, p. 42).

Les vaisseaux sanguins de la conjonctive cornéenne sont très-peu nombreux, à l'état normal ; les figures données par Römer (*Ammon's Zeitschr.*, V, 21, pl. I, fig. 9, 11) et Arnold (*Icon. org. sens.*, II, fig. 6) me paraissent se rapporter à des

cas exceptionnels. Dans les inflammations, au contraire, on sait que ces vaisseaux peuvent se développer au point qu'ils recouvrent toute ou presque toute la cornée; les cellules cornéennes, dans ces cas, en se multipliant, servent à la production des vaisseaux (voy., pour plus de détails, l'excellent travail de His). C'est aussi de cette manière que les véritables vaisseaux de la cornée paraissent, dans ces circonstances, se prolonger dans l'intérieur de la membrane. Relativement aux *vaisseaux séreux* de la cornée, voy. § 208 et ma *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 624, et *passim*.

§ 218. — **Membrane vasculaire.** — La deuxième membrane du globe oculaire, appelée *membrane vasculaire* ou *uvée*, est riche en vaisseaux et en pigment, et se divise en deux portions : l'une, postérieure, plus considérable, qu'on nomme *choroïde ;* l'autre, antérieure, moins étendue, qui porte le nom d'*iris*.

La *choroïde* s'étend depuis l'insertion du nerf optique jusqu'au voisinage du bord antérieur de la sclérotique; en arrière, elle présente une ouverture circulaire, mais intimement adhérente au névrilème du nerf optique, et forme une sorte de lame criblée, que traverse perpendiculairement ce nerf; en avant, elle présente une portion épaissie, le *corps ciliaire*, et se continue directement avec l'iris; à sa partie moyenne, c'est une membrane délicate, de 75 à 150 μ d'épaisseur. Sa face externe est unie à la sclérotique, non-seulement par l'intermédiaire des vaisseaux et des nerfs d'un certain volume, mais encore par des adhérences intimes, si bien qu'en séparant les deux membranes, on laisse toujours sur la sclérotique une portion plus ou moins épaisse de la choroïde, formée d'un tissu brunâtre; c'est ce qu'on a nommé *lamina fusca et supra-chorioidea*. Rien n'autorise à séparer la lamina fusca de la choroïde, pour en faire une couche à part; des cellules pigmentaires, analogues à celles qu'on voit dans son épaisseur, se rencontrent aussi quelquefois dans la sclérotique, entre les faisceaux de tissu conjonctif dont elle se compose. La face interne de la choroïde est lisse et très-lâchement unie à la rétine; le long de l'*ora serrata*, les adhérences entre les deux membranes sont très-solides; en avant de ce bord, surtout au niveau des procès ciliaires, la choroïde est unie très-intimement avec la portion ciliaire de la rétine et la membrane hyaloïde (zone de Zinn), si bien qu'il est impossible de l'en séparer sans déchirures.

La choroïde est formée de deux parties, d'une couche externe, vasculaire, épaisse : c'est la *choroïde proprement dite*, et d'une couche interne, fortement pigmentée, le *pigment noir de l'œil*, qui, d'après mes recherches embryologiques, provient de la lame externe de la vésicule oculaire, et appartiendrait plutôt, par conséquent, à la rétine. La première peut se subdiviser en trois couches secondaires, qui, il est vrai, ne sont point nettement séparées les unes des autres : 1° la couche la plus extérieure est une lamelle brune et molle, dans laquelle cheminent les nerfs ciliaires : c'est la *couche pigmentaire externe* (*lamina fusca et supra-chorioidea* des auteurs); 2° la couche moyenne, moins colorée, renferme les artères et veines d'un certain volume : c'est la *couche vasculaire* proprement dite; 3° la couche

interne, incolore et délicate, contient un réseau capillaire d'une richesse extrême : c'est la *membrane chorio-capillaire*, qui ne s'étend pas au delà de l'ora serrata.—Abstraction faite des vaisseaux et des nerfs, qui forment une partie très-considérable de la choroïde, et en négligeant le muscle ciliaire, la choroïde proprement dite est constituée par un tissu de nature spéciale, que, dans mes idées actuelles, je compare au réticulum des glandes folliculeuses et que je rangerai à côté de la substance conjonctive simple. Dans les parties externes de la membrane, la couche fondamentale (*stroma*) est formée de cellules à noyau fusiformes ou étoilées, très-irrégulières, incolores ou d'un brun plus ou moins foncé, et mesurant 18 à 45 μ en longueur. Ces cellules s'anastomosent entre elles par des prolongements pâles, en général très-fins (de 1 μ de largeur pour les plus fins), plus ou moins longs, et un peu rigides ; elles sont tellement nombreuses qu'elles constituent un tissu membraneux lâche, qui ne manque pas d'analogie avec les membranes élastiques à fibres fines. Ces réseaux de cellules, qui me paraissent comparables aux réseaux des corpuscules de tissu conjonctif des autres régions, notamment de ceux du labyrinthe de l'oreille interne, se continuent insensiblement, dans les couches internes de la choroïde, et surtout dans la membrane chorio-capillaire, avec un tissu homogène, dont les premières portions contiennent encore un peu de pigment, mais dans lequel la matière colorante disparaît bientôt d'une manière complète. Ce tissu, parsemé de noyaux, se distingue du tissu conjonctif en ce qu'il est très-faiblement attaqué par les acides et par les alcalis ; du côté du pigment noir, il se termine par une lamelle hyaline ou finement striée, facile à isoler et de 3 μ d'épaisseur, que j'appellerai la *lame élastique* ou de la *choroïde*.



Fig. 465.

Outre ce réseau serré de cellules pigmentaires, le stroma de la choroïde, ainsi que je l'ai déjà indiqué dans ma *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 633 contient *une substance interstitielle homogène*, que je considère aujourd'hui comme de la substance conjonctive. On comprend de cette façon que, chez les animaux, la choroïde puisse contenir du tissu conjonctif véritable (moi), qui, suivant H. Müller, ne fait non plus complétement défaut chez l'homme, et se montre très-développé dans le corps ciliaire. — H. Müller a trouvé aussi dans la choroïde de l'homme, au fond de l'œil, des *fibres musculaires* lisses, accompagnant surtout les artères sous la forme de faisceaux étroits, mais constituant aussi çà et là des plexus ténus. La couche élastique, suivant Bruch et H. Müller, tapisse également les procès ciliaires, et présente à ce niveau, suivant ce dernier, à sa face interne, une multitude de petites saillies microscopiques, parfois très-régulièrement disposées, dont l'ensemble constitue le *réticulum du corps ciliaire* (H. Müller).

Fig. 465. — Cellules du stroma de la choroïde. — *a*, cellules pigmentaires ; *b*, cellules fusiformes non pigmentaires ; *c*, anastomoses entre les premières. Grossissement de 350 diamètres. Chez l'homme.

nanière très-remarquable le phénomène du mouvement
e quand elles sont encore contenues dans leur cellule,
s leur mise en liberté. — Le pigment choroïdien fait
ux d'albinos, et dans la région du tapis, chez les ani-
ns et les autres, les cellules existent, mais sont tout
surface interne des cellules pigmentaires présente, chez
es fossettes, qui reçoivent les extrémités des bâtonnets et
la tache jaune seulement, d'après H. Müller, sont un
ées. Chez les vertébrés inférieurs, au contraire, les cel-
envoient dans l'épaisseur de la rétine de larges pro-
nt des espèces de gaînes autour des bâtonnets (fig. 468),
M. Schultze, se montrent aussi chez certains mammi-

choroïde en ce qu'il contient, en outre, du véritable
ant la masse principale du stroma de cette membrane.
tissu, délicats et frisés, sont les uns radiés, les autres

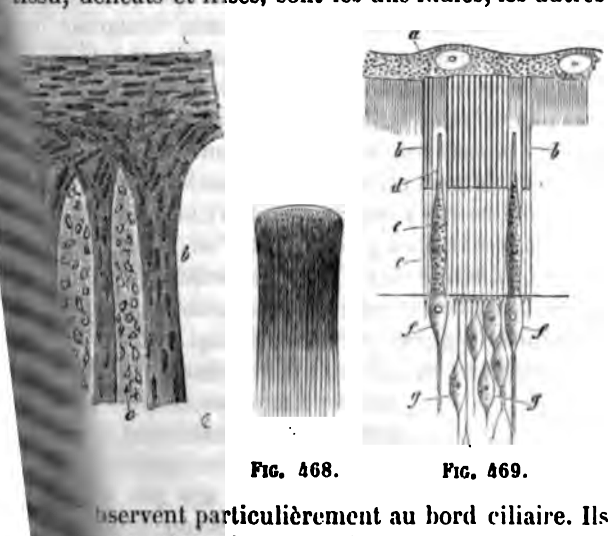


FIG. 468. FIG. 469.

servent particulièrement au bord ciliaire. Ils
ux, et vers la surface ils forment une couche
e dans leur épaisseur un grand nombre de
conjonctif), en général fusiformes ou étoi-
ouvent pleines de pigment, et anastomosées

et du dilatateur pupillaires d'un lapin blanc, l'iris ayant
ement de 350 diamètres. — *a*, sphincter ; *b*, faisceaux
u transparent et cellules plasmatiques.

la choroïde du pigeon, avec ses longs prolongements
nt de 400 diamètres. D'après M. Schultze.

la rétine du chat, région du tapis. — Grossissement
ze. — *a*, cellules pigmentaires (incolores ici) avec
bâtonnets ; *c*, segment interne ; *d*, segment externe
ins de cônes ; *g*, grains de bâtonnets, les uns et les

Le *ligament ciliaire* des anatomistes, dans lequel Brücke et Bowman ont reconnu presque en même temps un véritable muscle, appelé *muscle ciliaire* (Bowman) ou *tenseur de la choroïde* (Brücke) (fig. 453, *k*), consiste en une couche assez épaisse de faisceaux musculaires lisses à direction radiée, qui, du bord antérieur de la sclérotique, se portent sur le corps ciliaire, pour se perdre dans la moitié antérieure de ce dernier, au niveau des procès ciliaires. Plus exactement, le muscle ciliaire naît au niveau du sillon que présente la sclérotique pour la formation du sinus veineux de Schlemm, et cela d'un ruban serré et aplati (fig. 453, *l*) formant la paroi interne dudit canal ; ce ruban se confond, en arrière, avec la sclérotique et reçoit, en avant, une portion des réseaux de fibres qui terminent la membrane de Demours : les fibres de ces réseaux ont exactement la même structure que celles du ruban, disposées *circulairement*, mais elles sont plus fines et forment des mailles plus étroites. Le muscle ciliaire se termine au niveau de la portion adhérente des procès ciliaires, mais non dans ces procès eux-mêmes ; et quant à ses éléments, ils sont un peu plus courts (45 μ) et plus larges (6 à 9 μ) que les fibres-cellules ordinaires ; ils sont, en outre, finement granulés, délicats et si altérables qu'il n'est pas facile de les isoler chez l'homme. Plus récemment, H. Müller a découvert dans le muscle ciliaire une *couche annulaire* spéciale, à laquelle je donne le nom de *muscle de Müller* ; elle forme (fig. 453, *k'*) la portion antérieure et profonde du muscle ciliaire, portion voisine de la circonférence de l'iris, et unie aux fibres rectilignes du muscle en partie par intrication, en partie par inflexion des faisceaux.

Le *pigment noir* (fig. 453, *m*) est formé d'une couche continue de cellules qui revêt toute la surface interne de la choroïde, jusqu'à l'ora serrata ; il consiste en un plan unique de belles cellules presque régulièrement hexaédriques, de 12 à 18 μ de hauteur et 9 μ d'épaisseur ; dans ces cellules, disposées les unes à côté des autres comme les pièces d'une mosaïque, sont accumulées de grandes quantités d'un pigment brun noir, qui recouvre en grande partie le noyau, visible seulement, en général, sous la forme d'une tache blanche dans l'intérieur de la cellule. Mais en regardant les cellules de profil, on voit que le noyau a son siége dans la moitié externe de la cellule, plus pauvre en granulations pigmentaires. A partir de l'ora serrata, les cellules sont disposées en plusieurs couches, au moins en deux ; elles deviennent sphériques, plus petites, et sont complétement remplies de pigment, de sorte que le noyau est à peine visible. Toutes les cellules pigmentaires ont des parois fort délicates, et crèvent sous la moindre pression ; leur pigment se compose de molécules excessivement petites, aplaties, ovalaires, de 1,5 μ de longueur maxima, et qui

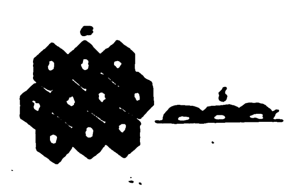


FIG. 466.

FIG. 466. — Cellules du pigment noir de l'homme. — *a*, vues de face ; *b*, vues de profil.

présentent d'une manière très-remarquable le phénomène du mouvement moléculaire, même quand elles sont encore contenues dans leur cellule, mais surtout après leur mise en liberté. — Le pigment choroïdien fait défaut dans les yeux d'albinos, et dans la région du tapis, chez les animaux : chez les uns et les autres, les cellules existent, mais sont tout à fait incolores. La surface interne des cellules pigmentaires présente, chez l'homme, de petites fossettes, qui reçoivent les extrémités des bâtonnets et qui, au niveau de la tache jaune seulement, d'après H. Müller, sont un peu plus développées. Chez les vertébrés inférieurs, au contraire, les cellules pigmentaires envoient dans l'épaisseur de la rétine de larges prolongements, formant des espèces de gaînes autour des bâtonnets (fig. 468), gaînes qui, d'après M. Schultze, se montrent aussi chez certains mammifères (fig. 469).

L'*iris* diffère de la choroïde en ce qu'il contient, en outre, du véritable *tissu conjonctif*, formant la masse principale du stroma de cette membrane. Les faisceaux de ce tissu, délicats et frisés, sont les uns radiés, les autres

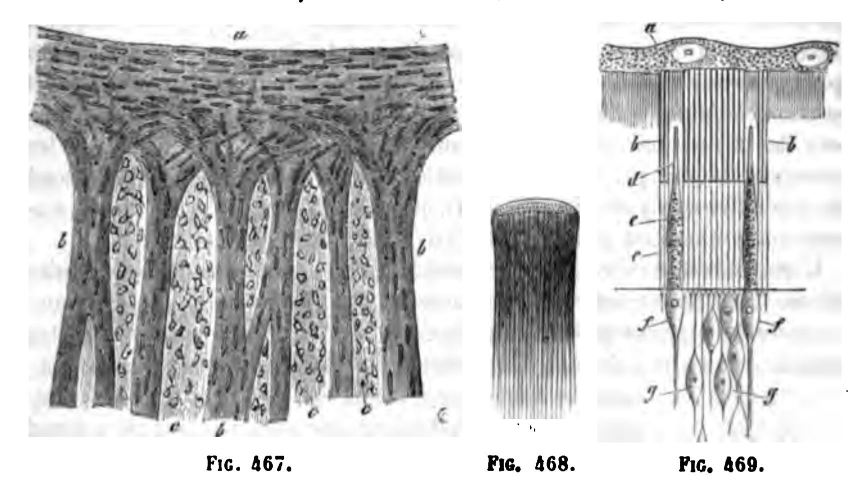


FIG. 467. FIG. 468. FIG. 469.

circulaires ; ces derniers s'observent particulièrement au bord ciliaire. Ils sont tous anastomosés entre eux, et vers la surface ils forment une couche presque homogène. On trouve dans leur épaisseur un grand nombre de cellules (corpuscules de tissu conjonctif), en général fusiformes ou étoilées, rarement sphériques, souvent pleines de pigment, et anastomosées

FIG. 467. — Portion du sphincter et du dilatateur pupillaires d'un lapin blanc, l'iris ayant été traité par l'acide acétique. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, sphincter ; *b*, faisceaux du dilatateur ; *c*, tissu conjonctif devenu transparent et cellules plasmatiques.

FIG. 468. — Cellule pigmentaire de la choroïde du pigeon, avec ses longs prolongements embrassant les bâtonnets. Grossissement de 400 diamètres. D'après M. Schultze.

FIG. 469. — Couches externes de la rétine du chat, région du tapis. — Grossissement de 500 diamètres. D'après M. Schultze. — *a*, cellules pigmentaires (incolores ici) avec leurs gaînes ; *b*, segment externe des bâtonnets ; *c*, segment interne ; *d*, segment externe des cônes ; *e*, segment interne ; *f*, grains de cônes ; *g*, grains de bâtonnets, les uns et les autres avec leurs fibres correspondantes.

quelquefois entre elles en forme de réseau. A côté de ces cellules, on rencontre quelques fibres pâles, rigides, analogues aux fibres élastiques; elles constituent la terminaison du ligament pectiné de l'iris ou de la membrane de Demours, et s'étendent sur une partie de la face antérieure de l'iris, jusqu'au petit cercle artériel. Il existe, enfin, dans l'iris, des *fibres musculaires lisses*, qui ont exactement la même structure que celles de la choroïde. Ces fibres forment, chez l'homme, un *sphincter* très-distinct, anneau musculaire de $0^{mm},56$ de largeur, entourant immédiatement le bord pupillaire, et un peu plus rapproché de la face postérieure de l'iris que de sa face antérieure. Quand, sur un iris bleu, on a enlevé le pigment de la face postérieure, ce muscle peut se voir aisément, même sans qu'il soit nécessaire d'employer l'acide acétique; il est très-facile également d'isoler les éléments qui le composent, et qui ont 45 à 67 μ de longueur. Outre cet anneau principal, je trouve dans le voisinage du petit cercle de l'iris un autre anneau musculaire, très-étroit, plus rapproché de la face antérieure de l'organe et ne mesurant pas plus de 56 μ en largeur. Je n'ai pu suivre, comme Brücke, le muscle dilatateur de la pupille jusqu'au ligament pectiné et au bord de la membrane de Demours; je crois même que ce muscle naît de la substance de l'iris au niveau du bord ciliaire. Il se compose, chez le lapin, d'un grand nombre de faisceaux étroits, qui, loin de former une membrane continue, cheminent isolément entre les vaisseaux, et plus près de la face postérieure de l'iris, pour gagner le bord du sphincter et s'y insérer (fig. 467), ou, passant derrière le sphincter, s'avancent vers le bord pupillaire de l'iris, sans l'atteindre toujours.

L'iris, différent en cela de la choroïde, présente une couche de cellules sur ses deux faces; celle qui recouvre sa face postérieure, l'*uvée* des auteurs ou le *pigment noir* de l'iris (fig. 453, *n*), est une couche de petites cellules de 18 à 32 μ d'épaisseur, cellules complétement remplies de pigment et analogues à celles du corps ciliaire, avec lesquelles elles se continuent sans interruption; elle s'étend sur toute la face postérieure de l'iris, jusqu'au bord pupillaire. Sur des plis de l'iris, le pigment paraît limité superficiellement par une ligne très-fine, mais nettement dessinée, que plusieurs auteurs ont décrite comme représentant une membrane particulière (*membrane du pigment*, Krause; *membrane limitante*, Pacini, Brücke, H. Müller; *membrane de Jacob*, Arnold); et en effet, sur les yeux des individus âgés et sous l'action des alcalis, cette membrane se détache partiellement du pigment. Mais comme, dans ces cas, la couche pigmentaire a perdu son contour précis, et que les grains de pigment sont mis à nu et se répandent librement, il me paraît probable que cette membrane n'est autre chose que la réunion des parois externes (d'après Henle, le *protoplasma*) des cellules pigmentaires, parois qui, là comme en tant d'autres régions

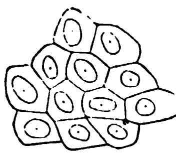


FIG. 470.

FIG. 470. — Épithélium de la face antérieure de l'iris du veau. — Grossissement de 300 diamètres.

(villosités intestinales, par exemple), s'enlèvent toutes ensemble, formant en apparence une membrane distincte. — La couche de cellules de la face antérieure de l'iris est un *épithélium simple*, formé de cellules arrondies et notablement aplaties, qui, sur l'iris plissé, ne se montrent point comme un bord continu, d'égale largeur partout, mais bien comme une série d'éminences séparées les unes des autres. On voit encore mieux cette couche en regardant l'iris de face, après avoir enlevé le pigment postérieur, ou en raclant la face antérieure de l'iris. On peut aussi le rendre très-apparent au moyen du nitrate d'argent (J. Arnold). — La *couleur de l'iris*, dans les yeux bleus, dépend simplement du pigment de la face postérieure, qui est vu par transparence; dans les yeux brun-jaunâtre, bruns ou noirs, au contraire, elle est due à du pigment particulier, très-irrégulièrement réparti dans l'iris, sur la face antérieure duquel il produit ainsi les dessins particuliers qu'on y observe. Ce pigment a son siége principal dans le stroma lui-même, surtout dans les cellules plasmatiques de ce stroma ; mais il m'a semblé qu'il en existe aussi entre les fibres et les vaisseaux, dans les fibres-cellules du sphincter de la pupille, et enfin dans la couche épithéliale antérieure. Il se compose de grains plus ou moins volumineux, irréguliers, jaunes ou brunâtres, formant de petites masses et des traînées; jamais on n'y retrouve les granulations régulières du véritable pigment de l'œil.

Les *vaisseaux de la tunique vasculaire* sont extrêmement nombreux, et se comportent différemment dans les diverses parties de cette membrane. La portion de la choroïde qui est située en arrière de l'ora serrata reçoit son sang : 1° des *artères ciliaires courtes postérieures*, au nombre de vingt environ, qui traversent la sclérotique de l'hémisphère postérieur de l'œil, plus ou moins près du nerf optique, et cheminent d'arrière en avant dans l'épaisseur de la couche moyenne ou vasculaire de la membrane, en se bifurquant plusieurs fois, et en s'anastomosant aussi çà et là ; 2° de *rameaux récurrents des ciliaires* longues et des ciliaires antérieures, qui s'anastomosent avec les ramifications terminales des ciliaires courtes (Leber). Les rameaux de ces vaisseaux, particulièrement nombreux au fond de l'œil, se dirigent en dedans et forment un réseau capillaire situé immédiatement au-dessous du pigment et de la membrane vitrée de la choroïde, dans la membrane appelée *chorio-capillaire* ou *Ruyschienne*. Ce *réseau capillaire* (fig. 471, *a*), qui constitue la couche interne de la choroïde, est un des plus élégants et des plus serrés qui existent; ses mailles n'ont que, 45 à 11 μ de largeur, tandis que les capillaires qui les circonscrivent, ont un diamètre de 9 μ et naissent des vaisseaux plus volumineux comme les rayons d'une étoile. Chez les animaux pourvus d'un tapis, ce réseau est situé en dedans de ce dernier, et peut être isolé comme couche distincte; chez l'homme, cette séparation réussit aussi partiellement sur des pièces fraîches et injectées. Ainsi que nous l'avons déjà dit, ce réseau, dont les mailles sont bien plus étroites en arrière qu'en avant, ne s'étend que jusqu'à l'ora serrata; en arrière, au pourtour de l'insertion du nerf

optique, il se continue directement avec le réseau capillaire de ce nerf. En outre, on voit là des ramuscules artériels et veineux, appartenant au domaine des ciliaires courtes postérieures et des *vasa vorticosa*, s'unir directement à des ramifications de l'artère centrale de la rétine (Leber, pl. IV, fig. 2).

Les vaisseaux du *corps ciliaire* proviennent exclusivement des artères ciliaires longues et courtes, qui, parvenues au bord de l'iris, mais contenues encore dans l'épaisseur du muscle ciliaire, forment le ***grand cercle artériel de l'iris***, et dans le muscle lui-même, d'après Leber, un second cercle vasculaire situé plus en arrière, plus fin et moins complet, ***cercle artériel du muscle ciliaire***. De ces anneaux vasculaires naissent les vaisseaux de l'iris et de la portion antérieure de la choroïde, particulièrement ceux des procès ciliaires et du muscle ciliaire. — Les ***artères des procès ciliaires*** paraissent, d'après Leber, provenir exclusivement du grand cercle de l'iris, et se rendent aux procès ciliaires ***en traversant le muscle ciliaire***. Il y a, pour 1-3 procès, une petite artère qui, en se dirigeant vers le bord du procès, se divise en rameaux anastomosés plus fins et se continue, au niveau de ce bord et à la surface du procès, avec une veine qui se porte en arrière, vers les vasa vorticosa (fig. 471, *c*). — *Les artères du muscle ciliaire* proviennent des deux cercles ciliaires; elles forment dans toute l'épaisseur du muscle un réseau capillaire délicat, d'où naissent des veines qui se rendent les unes en arrière, dans les *vasa vorticosa*, les autres dans le ***plexus ciliaire veineux*** (canal de Schlemm), d'autres enfin directement dans les veines ciliaires antérieures. Du reste, les vaisseaux un peu fins du muscle ciliaire ont des communications multiples avec ceux de l'iris et aussi des procès ciliaires.



Fig. 471.

Le canal de Schlemm, dont il a été si souvent question, et que la plupart des anatomistes décrivent comme un canal annulaire situé entre la choroïde et la sclérotique (fig. 453, *k*), n'est point une partie normale, ainsi que Thiersch prétend l'avoir déjà trouvé. D'après Rouget et Leber, il existe, à ce niveau, un plexus veineux annulaire, de 0mm,25 de largeur, le *plexus ciliaire veineux* (Leber), qui, d'après Leber, varie fort dans sa constitution, et qui tantôt n'est composé que de vaisseaux assez fins, et tantôt présente des veines d'un certain volume, voire même consiste essentielle-

Fig. 471. — Vaisseaux de la choroïde et de l'iris d'un enfant, d'après Arnold; la préparation est vue par sa face interne et à un grossissement de 10 diamètres. — *a*, réseau capillaire de la partie postérieure de la choroïde, en arrière de l'ora serrata *b*; *c*, artères de la couronne ciliaire, destinées aux procès ciliaires *d*, et se jetant en partie dans l'iris *e*; *f*, réseau capillaire de la face interne du bord pupillaire de l'iris.

ment, par places, en une large veine de 0^{mm},25, avec quelques vaisseaux plus fins qui l'accompagnent. Dans le plexus se jettent, d'après Leber, un certain nombre des veines du muscle ciliaire, mais *il ne reçoit aucune veine de l'iris.* Les veines profondes de l'extrémité antérieure de la sclérotique, et probablement aussi celles qui accompagnent les vaisseaux profonds de la cornée, aboutissent également à ce plexus, qui communique, par de nombreuses veines qui traversent obliquement la sclérotique, avec le réseau épisclérotical des veines ciliaires antérieures.

L'iris reçoit son sang exclusivement par le grand cercle artériel, d'où partent une foule de petites artères qui cheminent vers le *bord pupillaire*, en suivant la direction des rayons, et qui sont plus rapprochées de la face *antérieure* de la membrane. Dans leur trajet, ces artères, qui s'anastomosent çà et là, fournissent de nombreux rameaux qui constituent à la face postérieure de l'iris un réseau capillaire à larges mailles, forment ensuite le *petit cercle artériel de l'iris* dans la région du petit anneau de cette membrane et se terminent, dans le sphincter de la pupille, par un réseau capillaire très-fin et au bord pupillaire lui-même, en se recourbant en anses, et en se continuant avec les veines. Les *veines de l'iris* (fig. 471, *c*) sont plus rapprochées de sa face postérieure ; elles sont très-nombreuses, s'anastomosent fréquemment entre elles et avec les veines des procès ciliaires, et s'ouvrent dans les vasa vorticosa. Ces *vasa vorticosa*, qui reçoivent tout le sang de la portion postérieure de la choroïde, de l'iris et des procès ciliaires, ainsi que la plus grande partie du sang du muscle ciliaire, forment sur la choroïde, en dehors des ciliaires postérieures, les 4 (rarement 5 ou 6) tourbillons principaux, à côté desquels se voient encore un nombre variable de petits, traversent très-obliquement, au voisinage de l'équateur de l'œil, la sclérotique, dont ils reçoivent encore les veines, et aboutissent à 4 (rarement 5 ou 6) troncs principaux. — Les veines ciliaires longues, qu'on admettait généralement jusqu'alors, n'existent pas (Leber) ; ce sont probablement quelques radicules des vasa vorticosa qui ont donné lieu à les admettre. Il n'existe pas non plus des veines ciliaires postérieures de la choroïde (Leber).

Tout considéré, il y a dans la tunique vasculaire *deux domaines* distincts, l'un comprenant la choroïde jusqu'à l'ora serrata, l'autre embrassant le corps ciliaire et l'iris. Ces deux domaines, toutefois, ne sont pas complétement séparés l'un de l'autre ; ils sont unis entre eux par les anastomoses entre les artères ciliaires et par cette circonstance que la plus grande partie du sang est ramenée par les venæ vorticosæ. Mais les vaisseaux de la choroïde communiquent aussi avec les domaines voisins, avec les vaisseaux de la sclérotique et ceux de la rétine, avec les premiers par les veines du muscle ciliaire et les plexus ciliaires veineux, avec les derniers par les anastomoses qui ont lieu à l'entrée du nerf optique.

Les *nerfs* de la *membrane vasculaire* de l'œil sont également fort nombreux : ils sont destinés surtout au muscle ciliaire et à l'iris. Ce sont les *nerfs ciliaires*, dont les troncs, au nombre de 15 à 18, perforent la scléro-

tique à sa partie postérieure, se dirigent d'arrière en avant, contenus dans les couches extérieures de la choroïde, ou même dans des sillons dont est creusée la sclérotique, et se divisent plusieurs fois en fourche avant d'avoir atteint le muscle ciliaire. Dans l'épaisseur de ce muscle, ils forment un plexus annulaire riche et serré (orbiculus gangliosus), d'où partent, d'un côté, une foule de filets pour le muscle ciliaire et la cornée, de l'autre, les nerfs de l'iris proprement dits. Ceux-ci cheminent avec les vaisseaux sanguins; ils se divisent un grand nombre de fois, et s'anastomosent fréquemment entre eux, notamment vers le bord pupillaire. De ce plexus, formé de *nerfs à bords foncés* dont les éléments ont, dans les troncs, 4,5 à 9 μ de diamètre, dans l'iris, 3,2 à 4,5 μ seulement, émergent de toutes parts, suivant J. Arnold, *des fibres pâles sans moëlle*, qui s'anastomosent également et se terminent enfin, dans le sphincter pupillaire et sur la face antérieure et la face postérieure de l'iris en général, par un réseau de fibrilles extrêmement fines, de 1,3 à 1,8 μ de largeur.

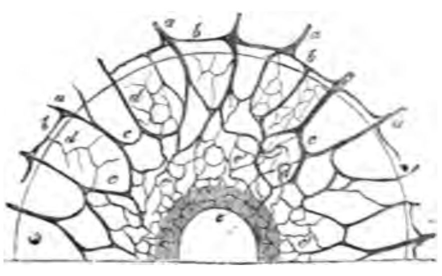


FIG. 472.

H. Müller a retrouvé sur les rameaux du plexus nerveux contenu dans le muscle ciliaire les *cellules ganglionnaires* qu'avait déjà vues Krause l'ancien, et que, plus tard, W. Krause a constatées également. D'après les observations de Müller, ces cellules mesurent 15 à 24 μ et sont munies de prolongements, dont le nombre a paru être quelquefois de deux ou même trois, mais qui néanmoins n'ont pu être suivis incontestablement jusque dans des tubes nerveux à contours foncés. — Dans la choroïde humaine, H. Müller a prouvé également qu'il y a des nerfs, au sujet desquels, du reste, nous possédions des données antérieures, mais problématiques. Selon Müller, les nerfs ciliaires, dans leur trajet vers le muscle ciliaire, émettent un ou plusieurs petits rameaux qui pénètrent dans la choroïde et y produisent, soit superficiellement, soit profondément entre les vaisseaux choroïdaux, un réseau délicat, qu'on peut démontrer particulièrement dans la moitié postérieure de l'œil; ce réseau, dont les nerfs sont formés soit de fibres à contours foncés, soit de fibres pâles, fournit très-probablement aux fibres musculaires de la choroïde et de ses vaisseaux. Sur les troncs des nerfs ciliaires et dans le réseau lui-même se trouvent aussi des cellules ganglionnaires et de petits ganglions. Sur toutes ces cellules, on reconnaît certainement au moins un prolongement, et sur

FIG. 472. — Nerfs d'une moitié d'iris d'un lapin, traitée par la soude. Grossissement de 50 diamètres. — *a*, nerfs ciliaires; *b*, anastomoses entre ces nerfs au bord ciliaire; *c*, anastomoses en anse dans l'iris; *c*, réseaux qu'ils produisent dans la partie interne; *d*, terminaisons de quelques filets nerveux dans les portions externes de l'iris; *e*, sphincter de la pupille.

beaucoup un second prolongement est extrêmement probable. Dans un cas, Müller a vu trois prolongements; une autre fois, il vit deux cellules unies entre elles, et une seule cellule à deux noyaux. Schweigger, qui a découvert ces cellules ganglionnaires avec Müller et Sämisch (*l. c.*, p. 26, et pl. II, fig. 2 et 3), a confirmé l'existence des réseaux nerveux de la choroïde, et moi-même, ayant vu les préparations de Müller, je puis affirmer l'existence de ces réseaux.

Le motif pour lequel je ne traite pas de *la couche pigmentaire interne* à l'occasion de la rétine, à laquelle cette couche appartient par son mode de développement, c'est qu'elle se *continue sans interruption avec le pigment postérieur de l'iris*. Or si, comme il est probable, ce pigment naît également du feuillet externe de la vésicule oculaire secondaire, il semblerait néanmoins peu naturel de traiter du pigment iridien avec la rétine ou de séparer l'une de l'autre les deux couches de pigment (V. aussi M. Schultze, *Arch. f. mikr. Anat.*, III, p. 377).

Je considère le stroma de la choroïde comme du tissu conjonctif dont les cellules, en partie pigmentées, sont très-nombreuses, et dont la substance fondamentale, chez l'homme, est plutôt homogène et semble avoir en quelque sorte les caractères du tissu élastique; tandis que chez certains animaux, c'est du tissu conjonctif ordinaire. Ce dernier tissu, toutefois, se montre aussi chez l'homme, d'après H. Müller, au voisinage des vaisseaux. Dans le muscle ciliaire, suivant le même anatomiste, il y a du tissu conjonctif ordinaire en grande abondance; c'est là aussi qu'il a rencontré des corps discoïdes particuliers, qui se montrèrent également, dans deux cas, et sous des formes très-singulières, comme des appendices extérieurs des vaisseaux de la rétine. Voyez le mémoire relatif à ce sujet.

Sur les *fibres nerveuses à bords foncés* du plexus ciliaire, H. Müller a trouvé des nodosités particulières dont chacune présentait comme un corpuscule celluleux déposé dans la fibre primitive, avec un noyau. Des renflements analogues, contenant un noyau, ont été observés par Müller sur les fibres pâles du réseau choroïdien d'un œil malade; dans les points nodaux du réseau se voyaient de nombreux amas de noyaux, ce qui conduisit Müller à se demander si par hasard il ne s'agissait pas là d'une production nouvelle et d'une multiplication de cellules ganglionnaires. La première forme de renflements, dans le plexus ciliaire, a été observée aussi par W. Krause (*Anat. Unters.*, 93, pl. II, fig. 4), qui les considère décidément comme des cellules ganglionnaires et les appelle *ganglions de Müller*. Mais comme les particules en question, au dire de Müller et de Krause, ne se continuent point avec le cylindre d'axe, comme le font les cellules ganglionnaires situées sur le trajet de fibres nerveuses à contours foncés, cette interprétation pourrait paraître un peu aventurée ; aussi Müller ne s'est-il pas exprimé catégoriquement à cet égard. — J'ai vu dans l'iris du lapin, et H. Müller a vu fréquemment dans la choroïde et dans le muscle ciliaire de l'homme, des fibres primitives de la tunique vasculaire se bifurquer.

Sur les *artères* de la choroïde, d'après Müller, les *cellules musculeuses de la tunique moyenne* sont disposées de telle façon que les portions qui renferment le noyau occupent toutes, sans exception, les côtés des vaisseaux, et que leurs extrémités couvrent seules les surfaces internes et externes de ces vaisseaux, ce qui, au premier abord, pourrait faire croire que la tunique musculeuse fait complétement défaut. Le même observateur a rencontré assez fréquemment, dans les parois des artères ciliaires, des cellules transparentes, analogues aux cellules de cartilage. — D'après J. Arnold, les vaisseaux de l'iris, jusqu'aux capillaires, ont des parois remarquablement épaisses.

Au point d'immergence du nerf optique, la couche interne de la choroïde, d'après H. Müller, se transforme en un mince anneau de fibres élastiques. Le même observateur avance que la lame criblée contient exceptionnellement des cellules *pigmen-*

taires étoilées, qui peuvent même s'étendre plus en avant dans le commencement des expansions du nerf optique. — Les altérations *pathologiques* de la membrane vasculaire ont été étudiées par Donders et surtout par H. Müller (*Arch. f. Ophthalm.*, 2, 2). Une lésion très-importante consiste, comme l'a montré H. Müller, en *excroissances glandulaires* qui naissent de la couche vitrée de la choroïde, refoulant le pigment et comprimant la rétine, excroissances que Donders avait prises à tort pour des cellules pigmentaires transformées. Le *muscle annulaire* de Müller a été décrit aussi, peu après Müller, par Rouget, et plus tard Arlt l'a vu également. Van Recken, au contraire, n'avait pu le voir ; mais, plus tard, un élève de Donders en a confirmé l'existence. Se fondant sur la découverte de ce muscle, H. Müller a proposé une théorie nouvelle et plus exacte de l'accommodation.

Grünhagen nie l'existence du *dilatateur de la pupille* chez les mammifères et chez l'homme, et comme Henle, qui jette du doute sur ma figure représentant le dilatateur de l'iris du lapin, il croit que j'ai pris des vaisseaux pour des faisceaux musculaires (!) — Je crois cependant, sans être taxé d'immodestie, que personne n'a à m'apprendre à distinguer les vaisseaux des faisceaux de fibres musculaires lisses. Le dilatateur, tel que je l'ai représenté chez le lapin, existe, et avouer qu'on ne l'a pas trouvé, c'est se délivrer vraiment un singulier certificat ; aussi je crois que Henle n'a pas cherché du tout ce muscle chez le lapin. Pour ce qui est de l'homme, j'ai vu le dilatateur de la pupille avec non moins de certitude ; mais je ne prétends pas qu'il y est disposé exactement comme chez le lapin, et Henle pourrait bien avoir raison de le décrire comme une couche continue. Le dilatateur des oiseaux, dont les fibres sont striées transversalement, a été décrit pour la première fois par moi (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 643) et par H. Müller, ce que Grünhagen paraît ignorer (v. *Virch. Arch.*, t. XXX, p. 507).

§ 219. **Rétine.** — La *rétine*, ou *membrane nerveuse*, est la plus interne des membranes du globe ordinaire, et s'applique exactement contre la membrane vasculaire ; ses éléments véritablement nerveux se terminent à l'*ora serrata* par un bord onduleux (*margo undulato-dentatus*, *s. ora serrata retinæ*), uni intimement à la choroïde, d'une part, à la membrane hyaloïde, de l'autre ; mais la rétine se continue sur la portion ciliaire de l'hyaloïde par une couche celluleuse spéciale, dont nous donnerons plus loin la description.

La rétine est une membrane très-délicate, presque transparente et hyaline à l'état frais, blanchâtre et opaque après la mort ; elle commence à l'entrée du nerf optique, avec lequel elle se continue en partie, et à ce niveau, elle a $0^{mm},4$ d'épaisseur. Plus en avant, elle s'amincit, et à 2 millimètres de l'insertion du nerf optique, elle ne mesure plus que $0^{mm},2$; à 18 millimètres, elle a encore $0^{mm},146$; près de sa limite antérieure, enfin, elle se réduit à 90 μ, pour se terminer par un bord tranchant. Malgré ces différences d'épaisseur, la rétine présente partout les couches suivantes, qui se distinguent nettement de dehors en dedans : 1° la *couche des bâtonnets et des cônes ;* 2° la *couche granuleuse ;* 3° la *couche de substance nerveuse grise ;* 4° l'*épanouissement du nerf optique*, et 5° la *membrane limitante*. Toutes ces couches, à l'exception de la dernière, qui conserve la même épaisseur dans toute son étendue, s'amincissent à leur partie antérieure, comme la rétine considérée dans sa totalité.

1. La *couche des bâtonnets et des cônes* (*stratum bacillorum. s. membrana Jacobi*) (fig. 473, 1) est une couche extrêmement remarquable, constituée

par une infinité de corpuscules en forme de bâtonnets ou de cônes, qui réfractent fortement la lumière, et qui sont disposés avec une merveilleuse régularité. Elle se compose de deux espèces d'éléments, les *bâtonnets* (*bacilli*), et les *cônes* (*coni*), qui, par leur réunion, forment une couche unique, de 40 à 50 μ d'épaisseur (H. Müller). La disposition générale de ces éléments est telle que les cônes occupent, par leur grosse extrémité, la moitié interne de la couche. C'est ce qui explique pourquoi les cônes, examinés superficiellement, semblent former une couche interne spéciale, très-mince et située entre les extrémités internes des bâtonnets. En dedans, la couche des bâtonnets se termine par une ligne assez nette, formée par la rencontre de petites saillies latérales que présentent ses éléments : c'est la *ligne limitante de la couche des bâtonnets* (membrana limitans externa, M. Schultze), qui n'est autre chose que la couche limitante externe, très-mince, de la substance conjonctive de la rétine.

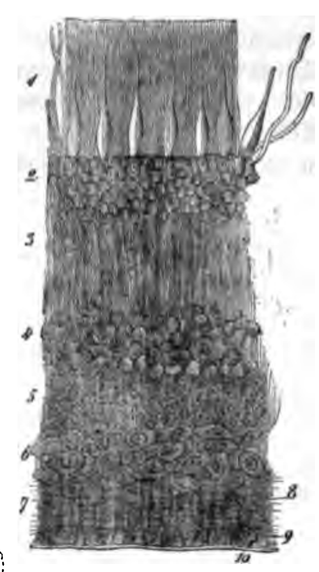


FIG. 473.

Les *bâtonnets* (fig. 474, 1) sont, chez l'homme, des corpuscules cylindriques, étroits, allongés, qui conservent la même largeur dans toute l'épaisseur de la couche, et qui, à leur extrémité interne, donnent naissance à un prolongement filiforme, que je nommerai la *fibre de Müller*, et par lequel ils se continuent avec les couches internes de la rétine. Chaque bâtonnet est un cylindre de 40 à 50 μ de longueur, et 1,8 μ de largeur; son extrémité externe semble coupée carrément, tandis que son bout interne se continue, au niveau de la ligne limitante de la couche des bâtonnets, en une courte pointe, de 4,5 à 7 μ de longueur, séparée souvent du reste du bâtonnet par une ligne transversale très-délicate et qu'on doit regarder comme faisant déjà partie du prolongement du bâtonnet. Cette pointe se continue directement avec un filament extrêmement ténu, régulier et de 0,4 à 0,6 μ seulement de largeur ; nous décrirons plus bas les connexions de ce filament avec les grains de la couche granuleuse externe. — La substance des bâtonnets est transparente, homogène et présente un léger brillant graisseux; elle est molle et flexible, et en même temps cassante, de sorte que la véritable longueur des bâtonnets ne peut être déter-

FIG. 473. — Coupe verticale de la rétine humaine, pratiquée à 1cm,5 en avant de l'entrée du nerf optique. Grossissement de 350 diamètres. — 1, couche des bâtonnets; 2, couche granuleuse externe; 3, couche intermédiaire; 4, couche granuleuse interne; 5, couche grise finement granulée; 6, couche de cellules nerveuses; 7, fibres du nerf optique; 8, fibres radiées; 9, extrémités de ces fibres; 10, membrane limitante.

minée que sur des yeux très-frais. Les bâtonnets sont des éléments d'une délicatesse extrême; l'eau déjà suffit pour leur faire subir les modifications les plus variées, au point de les rendre souvent méconnaissables: c'est ainsi qu'on les voit se recourber, se couder de diverses manières, s'enrouler sur eux-mêmes, se crisper, se rompre en deux ou plusieurs fragments, et donner issue à des gouttelettes d'un liquide transparent, qu'on trouve souvent en quantités innombrables à la surface externe de la rétine, soit qu'elles proviennent des bâtonnets, soit qu'elles dérivent des cellules pigmentaires de la choroïde, dont la membrane s'est rompue. Une altération qu'on rencontre aussi très-fréquemment est la suivante: la pointe, quand elle ne tombe pas, se gonfle, devient variqueuse, prend une forme lancéolée ou même celle d'une sphère, sur laquelle est appliqué souvent un filament de longueur variable; en outre, on voit souvent l'extrémité mousse du bâtonnet recourbée en crochet ou légèrement renflée. H. Müller a montré le premier que parfois les bâtonnets présentent une ligne transversale très-fine, qui permet de les diviser en une *portion externe*, un peu plus longue, et une *portion interne*. Mais il est difficile de déterminer si cette séparation existe aussi pendant la vie, bien que la chose soit admise par Braun, Krause et tous les observateurs modernes. Mais il n'est point douteux, d'après les recherches de M. Schultze, que, même pendant la vie, les deux segments en question des bâtonnets jouissent de propriétés chimiques et optiques différentes. Ainsi, les segments externes sont doublement réfringents, à axe optique dirigé dans le sens longitudinal, tandis que la lumière, en traversant les bâtonnets dans le sens de leur longueur, n'éprouve point de double réfraction (M. Schultze). En outre, les segments externes se colorent plus faiblement dans le carmin que les segments internes (H. Müller, contrairement à Braun, qui avait avancé qu'ils ne se colorent pas du tout). Dans l'acide hyperosmique, au contraire, M. Schultze a vu les segments externes devenir noirs, tandis que les segments internes restent incolores, du moins un temps assez long. Cette distinction entre les segments externes et les segments internes des bâtonnets peut se déduire également des propriétés différentes qu'ils

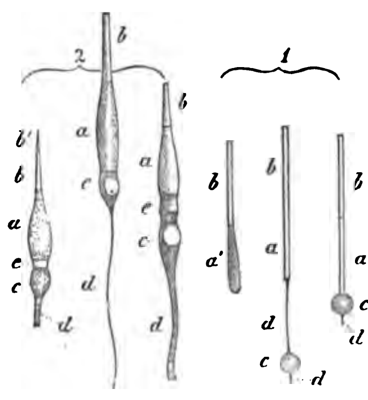


Fig. 474.

Fig. 474. — Éléments de la couche des bâtonnets chez l'homme. Grossissement de 400 à 460 diamètres.

1 *Bâtonnets*. — *a*, segment interne; *b*, segment externe; *a'*, segment interne légèrement gonflé; *c*, grain de bâtonnet; *d*, fibre de bâtonnet. — 2. *Cônes*. — *a*, cône proprement dit ou segment interne du cône; *b*, bâtonnet de cône ou segment externe du cône; *c*, grain de cône, situé dans la couche granuleuse externe; *d*, fibre de cône; *e*, région où se trouve la membrane limitante externe. — D'après H. Müller.

présentent, soit sur des yeux examinés immédiatement après la mort, soit plus tard ; mais il est difficile de préciser ce qui, dans ces propriétés, doit être attribué à l'état normal. Il faut mentionner ici que les bâtonnets se rompent avec facilité au niveau de la ligne de séparation des deux segments; que les *segments internes* sont plus larges, plus pâles, moins brillants ; souvent ils ont une apparence finement granulée, ils se gonflent davantage et deviennent variqueux dans les réactifs; quand les parties sont abandonnées à elles-mêmes, une fibre apparaît à leur partie centrale, *filament de Ritter*, et un corpuscule arrondi, lenticulaire, à leur extrémité tournée vers le segment externe. Les *segments externes* se distinguent par leur brillant graisseux, une certaine viscosité qui leur fait conserver leur forme cylindrique, l'existence de stries longitudinales, l'apparition de stries transversales, de coudures, de courbures et de fractures transversales. — Relativement au brillant et à la largeur, les yeux *humains* parfaitement conservés que nous avons examinés, H. Müller et moi (voy. *Icon. phys.* de A. Ecker, t. XXX, fig. 12), n'ont présenté aucune différence entre les deux segments (voy. un de ces bâtonnets de la fig. 474). Mais il est certain que, sous ce rapport, il existe des variétés chez les animaux, surtout chez la grenouille, les oiseaux et les poissons. M. Schultze dit avoir observé des stries longitudinales, qui existaient non-seulement à la surface, mais encore dans l'intérieur, sur des bâtonnets « absolument frais » de la grenouille, du triton et de la salamandre, ainsi que des poissons ; il prétend que, dans les mêmes conditions, toujours quelques bâtonnets isolés présentent au moins un indice de stries transversales. De même, sur des amphibies nus, M. Schultze a vu des bâtonnets frais dont le segment interne était déjà muni de corps lenticulaires (fig. 476, B, 1, *c*). En ce qui concerne « les filaments de Ritter » et « les indices d'une membrane du bâtonnet observés çà et là », on ne saurait décider s'ils appartiennent à l'état naturel; quant aux gonflements, courbures, crevasses, granulations, etc., il est certain qu'ils ne se produisent qu'après la mort, attendu que, comme nous l'avons déjà fait observer, la délicatesse des bâtonnets est extrême, à ce point qu'ils s'altèrent très-rapidement, même dans les liquides qui imbibent la rétine. Aussi presque tous les réactifs altèrent-ils considérablement les bâtonnets. L'éther et l'alcool les froncent, les ratatinent, les rendent quelquefois méconnaissables, mais ne les dissol-

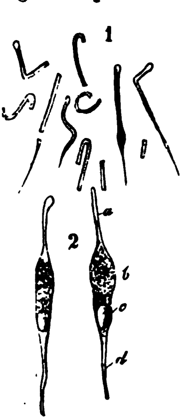


FIG. 475.

FIG. 475. — Altérations des éléments de la couche des bâtonnets de l'homme.

1. Bâtonnets arrachés de leurs filaments, et présentant différents degrés de flexion, de courbure, de varicosités ; quelques-uns sont rompus. — 2. Deux cônes gonflés par l'acide chromique et renfermant une substance granuleuse avec un noyau brillant : l'un d'eux porte un bâtonnet tronqué, l'autre un bâtonnet renflé à une de ses extrémités. — *a*, bâtonnet ; *b*, cône; *c*, noyau ; *d*, fibre de Müller arrachée. Grossissement de 350 diamètres.

vent point, non plus que l'eau bouillante. Dans l'acide acétique au 10e, les bâtonnets se raccourcissent subitement, se boursouflent en plusieurs points et se divisent en gouttelettes transparentes, qui résistent d'abord à l'action de l'acide, mais disparaissent au bout d'un certain temps (les bâtonnets de la grenouille, sous l'influence de l'acide acétique, acquièrent un volume double ou même triple, et s'enroulent, en général, sur eux-mêmes). L'acide acétique concentré dissout les bâtonnets très-rapidement; il en est de même des alcalis et des acides minéraux. L'acide chromique étendu, au contraire, les conserve assez bien, mais les ratatine un peu. Les acides acétique, chlorhydrique et sulfurique étendus gonflent les bâtonnets, comme aussi une solution très-diluée de potasse, dans laquelle les bâtonnets de la grenouille deviennent jusqu'à dix fois plus longs (M. Schultze). Traités par une solution saturée de sucre et par l'acide sulfurique, les bâtonnets deviennent rouges; traités par la potasse ou la soude, ils prennent une couleur jaunâtre. — A chaque bâtonnet se rattache, comme nous verrons plus tard, une petite cellule de la couche granuleuse externe; ces deux éléments réunis représentent, comme je l'ai dit le premier (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 730), une *cellule munie d'un appendice en bâtonnet*, et dont il est impossible de dire si elle possède une membrane ou non.

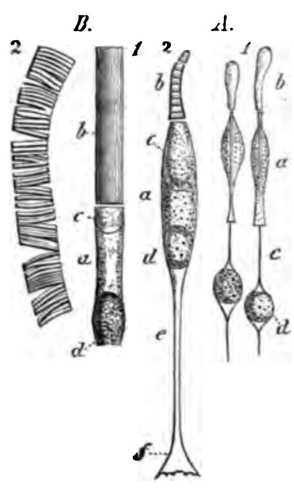


FIG. 476.

Les *cônes* (fig. 474, 2) peuvent être décrits comme des bâtonnets dont le segment interne est renflé en forme de cône ou de poire. Ce segment interne, ou le *cône proprement dit*, dont la longueur est 15-20 à 25 μ, inférieure, par conséquent, à la moitié de l'épaisseur de la couche des bâtonnets, et dont la largeur est de 4,5 à 6,7 μ (4,6 μ, H. Müller; 6,7 μ, M. Schultze), est formé, à l'état frais, d'une substance un peu brillante, presque parfaitement homogène ou très-finement granulée, et qui, sauf sa transparence plus grande, ressemble à celle des bâtonnets; elle s'altère aussi comme

FIG. 476. — A. Rétine du Macacus cynomolgus. — 1. *Bâtonnets* qui ont séjourné dans le sérum iodé; les segments externes *b* ratatinés, les segments internes *a* coagulés, granuleux et partiellement gonflés; *c*, fibres de bâtonnet paraissant provenir d'une partie centrale, fil de Ritter; *d*, grain du bâtonnet. — 2. *Cônes* qui ont séjourné dans l'acide nitrique dilué. *a*, portion postérieure et granuleuse du corps du cône; *c*, portion antérieure du cône renfermant un corps dit lenticulaire; *b*, bâtonnet de cône strié transversalement; *d*, grain de cône; *e*, fibre de cône; *f*, élargissement de cette fibre (ce qu'on appelle la partie conique), avec de petits prolongements. — Grossissement de 500 diamètres.

B. *Bâtonnets de la grenouille.* — 1, à l'état frais et grossis 500 fois. *a*, segment interne; *b*, segment externe; *c*, corps lenticulaire; *d*, bâtonnet de cône. — 2, traités par l'acide acétique dilué et décomposés en lamelles. — Grossissement de 1000 diamètres. D'après M. Schultze.

cette dernière, et en particulier elle a une tendance à se gonfler comme elle. Les segments externes des cônes, ou les *bâtonnets des cônes,* comme je les ai appelés, dont la largeur, évaluée à 1 μ par M. Schultze, est certainement plus grande dans beaucoup de cas, se distinguent des cônes plus souvent que cela n'a lieu pour les deux segments des bâtonnets, mais non toujours, par une ligne transversale très-délicate ; ils ont, du reste, la même constitution que le segment externe des bâtonnets proprement dits, si ce n'est qu'ils sont encore plus altérables. Aussi est-il très-difficile de déterminer leur véritable longueur et la conformation de leur extrémité externe. Toutefois il est sûr que, dans certains cas, ils s'étendent aussi loin, en dehors, que les bâtonnets proprement dits (H. Müller, moi), surtout au niveau de la tache jaune (v. H. Müller, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. VIII,

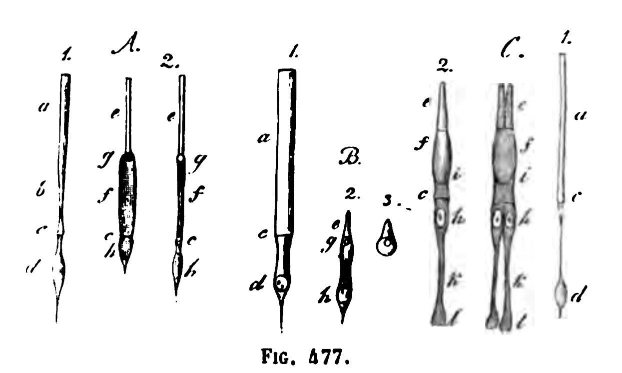


Fig. 477.

pl. 2, fig. 17), et c'est ainsi que tout récemment M. Schultze et Henle ont figuré les choses. En dehors de cette région, ils paraissent partout se terminer plus tôt. L'extrémité externe des bâtonnets de cône est certainement coupée carrément dans beaucoup de cas, bien que M. Schultze le nie; mais quelquefois aussi elle est taillée en pointe, et H. Müller y a même trouvé des appendices pointus spéciaux (*loc. cit.*, fig. 21, *f*). Au niveau de la membrane limitante externe, le cône proprement dit se continue, après un léger étranglement, avec un renflement oblong ou piriforme, de 9-13 μ de longueur et 4-6 μ de largeur, auquel j'ai donné le nom de *grain du cône*, et que l'on doit considérer comme le corps de cellule de

Fig. 477. — Bâtonnets et cônes de quelques animaux. — A. *Du pigeon.* Grossissement de 460 diamètres. — 1, *bâtonnets.* — *a, bâtonnet proprement dit; b,* son extrémité interne, pâle; *c,* ligne de démarcation sur la limite de la couche des bâtonnets; *d,* grain de la couche granuleuse interne. — 2, *Cônes.* — *c,* comme plus haut; *e,* bâtonnet de cône ; *f,* cône proprement dit; *g,* gouttelettes de graisse dans son intérieur; *h,* grain du cône ou renflement du cône contenant un noyau.

B. *De la grenouille.* Grossissement de 350 diamètres. — Les lettres comme précédemment. — 3, cône gonflé.

C. *De la perche.* Grossissement de 350 diamètres. — Lettres comme précédemment. — *i,* région où le cône se rompt habituellement; *k,* fibre de Müller; *l,* grain de la couche granuleuse interne. — 3, cônes jumeaux. D'après H. Müller (v. Ecker, *Icones phys.*, planche consacrée à la rétine).

tout le cône (moi). Ce grain du cône est situé déjà dans la couche granuleuse externe, et se relie, comme ceux des bâtonnets, aux parties internes de la rétine par une *fibre de Müller* très-fine. Dans les cônes eux-mêmes se trouvent, chez certains animaux, des *corpuscules lenticulaires*, analogues à ceux qui existent dans les segments internes des bâtonnets (fig. 477, *C*, 2).

Les bâtonnets et les cônes sont *disposés* les uns à côté des autres, comme des pieux perpendiculaires à la rétine, de sorte qu'une de leurs extrémités est tournée en dehors, vers la choroïde, à laquelle elle est assez solidement fixée, l'autre vers la couche granuleuse. Au voisinage de la tache jaune, dont la structure spéciale sera étudiée plus loin, les cônes forment une couche presque continue (fig. 478, 2); les bâtonnets ne leur sont interposés que sur un seul rang. Plus en dehors, les cônes s'écartent les uns des autres, de sorte que trois ou quatre bâtonnets sont interposés à deux cônes voisins (fig. 478, 3), et cette disposition se maintient ensuite jusqu'à l'ora serrata (M. Schultze). Vue par sa face externe, la couche des bâtonnets présente, quand la surface est au foyer du microscope, des vacuoles arrondies, plus ou moins rapprochées, remplies d'une *substance unissante* transparente, qui existe également entre les éléments de cette couche (chez le cheval, cette substance forme une espèce de membrane, H. Müller); dans ces vacuoles, qui correspondent aux cônes, on voit un petit cercle foncé, qui n'est que la face terminale ou la section apparente du bâtonnet de cône, et tout autour, les surfaces terminales des bâtonnets proprement dits, disposées comme les pièces d'une mosaïque, en séries simples ou multiples, et anastomosées en réseaux (fig. 478).

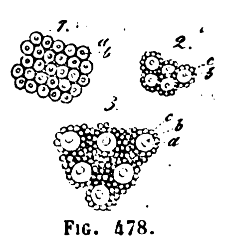


Fig. 478.

2. La *couche granuleuse* (*stratum granulosum*) (fig. 473, 3) est formée partout de trois couches secondaires : la *couche granuleuse externe*, la *couche intermédiaire* et la *couche granuleuse interne*.

La *couche granuleuse externe*, épaisse de 25 à 65 μ, d'après H. Müller, ne contient que deux espèces d'éléments, abstraction faite de la substance conjonctive, qui sera décrite plus tard : 1° les *grains de cône* avec les *fibres de cône*, et 2° les *grains de bâtonnet* avec les *fibres de bâtonnet* ; éléments parmi lesquels les grains représentent les corps de cellule des cônes et des bâtonnets, tandis que les fibres figurent des prolongements partant de ces corps de cellule vers les parties internes de la rétine. Les *grains de cône* (fig. 478), déjà décrits plus haut, sont tous situés, excepté dans la tache jaune (voy. plus bas), immédiatement contre la face interne de la limitante externe, et sont dirigés exactement dans le sens de l'épaisseur de la rétine. De l'extrémité

Fig. 478. — Couche des bâtonnets vue par sa face externe. — 1. Sur la tache jaune (il n'y a que des cônes).
2. Sur la limite de la tache jaune.
3. A la partie antérieure de la rétine. — *a*, cônes ou vacuoles qui leur correspondent; *b*, bâtonnets de cône, dont la surface terminale est placée quelquefois sur un plan inférieur à celui des véritables bâtonnets. — Grossissement de 350 diamètres.

interne de ces grains, terminée en pointe, naît une fibre pâle, parfois nettement striée en long (M. Schultze), de 1,1 à 1,3 μ de largeur, généralement d'un calibre uniforme, présentant cependant çà et là des varicosités (H. Müller, M. Schultze), fibre qui traverse en ligne assez directe la couche granuleuse externe et la portion fibreuse et radiée de la couche intermédiaire, quand elle existe, et qui se termine, à la limite de la couche finement granuleuse ou granulée externe, par un renflement triangulaire ou conique, déjà observé par H. Müller chez les poissons, chez l'homme et chez les mammifères (*loc. cit.*, fig. 1, 3, 21 *d*, p. 16, 53), mieux décrit dernièrement par Henle, M. Schultze et Hasse, mais dont l'étude laisse encore à désirer. D'après M. Schultze, ce renflement, qu'on ne peut considérer comme une cellule, émet à sa face interne plusieurs, suivant Hasse, toujours *trois* fibrilles très-fines qui pénètrent dans la couche granuleuse externe et s'y perdent. D'autre part, H. Müller a vu, dans le fond de l'œil humain, des fibres de cône qu'il a pu suivre jusque dans la couche granuleuse interne, sans trouver de renflement sur leur trajet (*loc. cit.*, fig. 53). — Les *grains de bâtonnet* sont des corpuscules finement granulés, transparents, devenant opaques dans l'eau et réfléchissant assez fortement la lumière, de forme arrondie ou ovalaire, et de 4,5 à 8 μ de diamètre ; ils ont l'apparence tantôt de noyaux libres, tantôt de petites cellules complétement remplies par un gros noyau; mais, d'après mes observations, qui concordent avec celles de H. Müller, M. Schultze et autres auteurs, ils paraissent tous appartenir à ce dernier groupe d'éléments. Sur des pièces conservées dans l'acide chromique, j'ai observé, en effet, que des deux côtés de chaque corpuscule part régulièrement un filament très-fin, de 0,4 à 0,6 μ de largeur, variqueux dans certaines conditions (H. Müller, M. Schultze); dans beaucoup de cas, on voit ce filament naître d'une ligne plus pâle qui entoure le corpuscule, si bien que ce dernier représente parfaitement, en petit, une cellule ganglionnaire bipolaire. Ces fibres s'unissent, d'une part, avec les filaments qui naissent des bâtonnets; d'autre part, elles pénètrent dans la couche intermédiaire, et par celle-ci dans la couche granuleuse interne, où leur trajet ultérieur n'a pu être déterminé avec précision. Du reste, tous les grains de bâtonnets ne se continuent pas avec des fibres à leurs deux extrémités; un certain nombre d'entre eux sont appliqués immédiatement contre la limitante externe, et ceux-là se continuent sans intermédiaire, de même que les grains de cône, avec les segments internes des bâtonnets.

Les grains de bâtonnet de certains mammifères ont présenté à Henle, à l'état frais, des *stries transversales*, limitant des zones alternativement claires et foncées : j'ai constaté le même fait, ainsi que M. Schultze, Ritter et Hasse. D'après M. Schultze, ces stries, que Ritter n'a pas retrouvées chez les vertébrés inférieurs, pourraient bien avoir leur siége dans les noyaux des grains, attendu que ces noyaux se fragmentent sous l'influence de l'acide nitrique étendu.

La *couche granuleuse intermédiaire* consiste, sur beaucoup de points, en

deux portions distinctes, dont j'appelle l'une, avec Henle, *couche fibreuse externe*, tandis que l'autre peut recevoir le nom de *couche finement granulée externe;* mais l'extension que présentent ces deux couches, en d'autres termes, l'existence de la couche fibreuse n'a pas encore été suffisamment étudiée. C'est au niveau de la tache jaune qu'elle atteint son plus grand développement; elle y est formée de fibres obliques et de fibres horizontales. A une certaine distance de cette tache, les fibres se redressent peu à peu et deviennent graduellement perpendiculaires. En même temps, elles se raccourcissent de plus en plus, si bien qu'au niveau de l'équateur de l'œil, la couche intermédiaire est formée uniquement par la couche finement granulée. Plus en avant, cependant, d'après mes observations et celles de H. Müller, la couche fibreuse externe réapparaît, et près de l'ora serrata (voy. fig. 493, *e*), elle est même parfaitement développée. M. Schultze, au contraire, paraît croire que cette couche, qu'il appelle *section interne de la couche granuleuse externe*, manque d'une manière générale dans la partie antérieure de l'œil. La couche fibreuse externe, abstraction faite des fibres de soutènement, de nature conjonctive, est formée exclusivement par les prolongements que les bâtonnets et les fibres de cône envoient dans les parties internes de la rétine; jamais je n'y ai rencontré des éléments celluleux.

La *couche finement granulée externe*, quoique bien connue de H. Müller et de moi, n'avait pas reçu de nous un nom spécial et se trouvait comprise dans la couche intermédiaire. Elle contient, chez les vertébrés inférieurs (H. Müller, M. Schultze) et chez les mammifères (moi), de belles cellules étoilées, qui appartiennent au tissu conjonctif de la rétine. Même ailleurs, elle présente, d'après M. Schultze, une proportion notable de substance conjonctive (voy. plus bas), à laquelle elle doit son aspect finement granulé. On y trouve, en outre, les prolongements, soit horizontaux, soit obliques, des fibres de cône et de bâtonnet.

L'*épaisseur totale de la couche intermédiaire* est de 12 à 40 μ, suivant H. Müller; c'est sur la tache jaune qu'elle est le plus considérable.

La *couche granuleuse interne* présente, d'une manière générale, des éléments celluleux plus gros que ceux de la couche granuleuse externe. De ces éléments, les uns, plus volumineux, ressemblent à des cellules ganglionnaires bipolaires, et appartiennent probablement à l'appareil nerveux de la rétine; les autres, plus petits, sont munis de deux ou trois prolongements et paraissent appartenir à la substance conjonctive de la rétine. Il y a de plus, dans cette couche, des éléments filamenteux, soit nerveux, soit indifférents, dont il sera question plus loin. — L'épaisseur de cette couche varie entre 16 et 38 μ (H. Müller).

3. La *couche de substance grise cérébrale* (fig. 473, 5) est assez nettement délimitée du côté de la couche granuleuse, beaucoup moins bien vers la couche des fibres optiques, entre les éléments de laquelle elle s'insinue plus ou moins. Elle se compose partout : 1° d'une couche *finement granulée et striée*, touchant à la couche granuleuse interne et que j'appellerai la

couche finement granulée interne (couche de fibres nerveuses grises, Pacini; couche granulée interne, Henle), et 2° d'une *couche interne de cellules nerveuses multipolaires*. Ces dernières ressemblent parfaitement à celles du cerveau, si ce n'est qu'elles sont plus transparentes; elles varient entre 9 et 36 μ de diamètre, et sont le plus souvent piriformes ou arrondies, quelquefois aussi à 3-5 angles; toutes sont pourvues de 2 à 6 ou plus de 6 prolongements pâles et *ramifiés*, analogues à ceux des cellules du système nerveux central, et que Bowman a observés le premier (*Lectures on the Eye*, p. 125). Dans tous les cas où ces cellules nerveuses sont apparentes sur des coupes verticales, on voit un ou deux de leurs prolongements se diriger *en dehors* et se perdre dans la couche granuleuse interne (voy. plus bas), tandis que les autres cheminent horizontalement et tantôt se continuent avec de véritables fibres optiques variqueuses (Corti, Remak, moi, H, Müller), tantôt vont rejoindre d'autres cellules nerveuses (Corti, sur l'éléphant), ce que j'ai observé moi-même sur l'homme (fig. 480). Les noyaux de ces cellules nerveuses se comportent comme ceux des cellules cérébrales; ils mesurent 6 à 11 μ et présentent habituellement un nucléole très-distinct. La *couche de substance grise finement granulée*, outre une substance fondamentale finement granulée, renferme : 1° les prolongements externes des cellules nerveuses, et 2° les prolongements des fibres radiées appartenant à la substance conjonctive de la rétine (v. plus bas). Elle a 33 à 58 μ d'épaisseur, tandis que, sur la tache jaune, les cellules nerveuses forment une couche de 100 à 123 μ d'épaisseur, qui va en diminuant d'arrière en avant, et se réduit enfin à quelques cellules isolées.

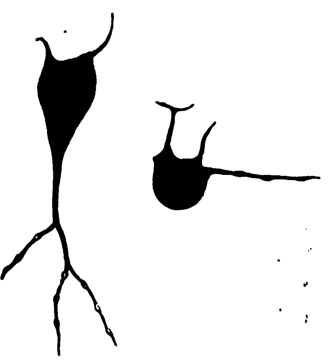


FIG. 479.

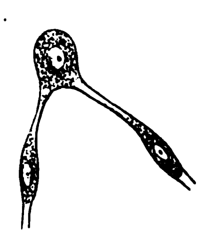


FIG. 480.

4. En dedans de la couche précédente, on trouve les fibres qui résultent de l'*épanouissement du nerf optique* (fig. 473, 7). A partir du chiasma jusqu'à l'œil, ce nerf se comporte comme un nerf ordinaire; ses fibres à contours foncés, qui ont beaucoup de tendance à devenir variqueuses, ont une largeur de 1,1 à 4,5 μ, et sont réunies en faisceaux polygonaux, de 108

FIG. 479. — Deux cellules nerveuses de l'homme. Grossissement de 350 diamètres. La plus petite présente deux prolongements dirigés vers l'extérieur et l'origine d'une seule fibre nerveuse variqueuse; l'autre est munie d'un prolongement ramifié, qui se continue avec trois fibres nerveuses, et de deux prolongements mutilés.

FIG. 480. — Trois cellules nerveuses de la rétine humaine, unies ensemble. — Grossissement de 350 diamètres.

à 144 μ de largeur, par un névrilème ordinaire. Au moment où le nerf optique entre dans l'œil, sa gaîne se perd dans la sclérotique, qui présente

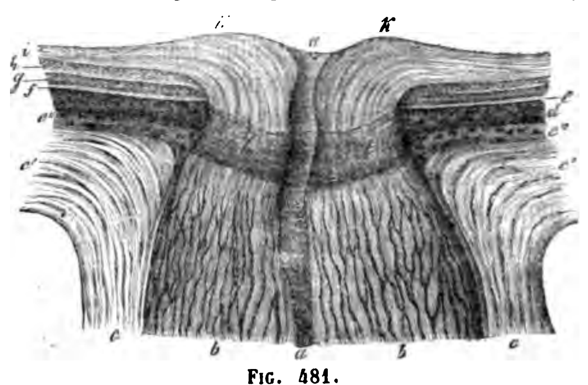


Fig. 481.

une ouverture infundibuliforme à base extérieure, pour le passage du nerf; de même, le névrilème interne se termine au niveau de la face interne de la sclérotique et de la choroïde, où il adhère avec la lame criblée dont il a été question plus haut. Les tubes du nerf optique pénètrent donc dans l'intérieur de l'œil seuls, sans leurs enveloppes conjonctives, et entourés seulement d'un peu de substance conjonctive simple, formée d'éléments celluleux anastomosés. Dans l'intérieur du canal sclérotical et jusqu'à la petite saillie ou *papille* que forme le nerf optique à la face interne de la rétine, ce nerf est encore blanc et formé de fibres à contours foncés ; dans leur trajet ultérieur, chez l'homme et chez beaucoup d'animaux, ces fibres sont translucides, jaunâtres ou grisâtres, comme les fibres les plus fines du système nerveux central; elles ne mesurent plus alors, en moyenne, que 1,3 — 1,8 μ et beaucoup d'entre elles ne comportent même que 0,45 à 0,9 μ d'épaisseur, tandis que quelques-unes atteignent jusqu'à 2, 3 et même 4, 5 μ. Ce qui les distingue des autres terminaisons nerveuses pâles, c'est le manque de noyaux sur leur trajet, leur pouvoir réfringent un peu plus con-

Fig. 482.

Fig. 481. — Section verticale du point d'immergence du nerf optique, d'après une pièce conservée dans l'acide chromique. — Grossissement d'environ 12 diamètres. — Homme : *a*, artère centrale de la rétine ; *b*, faisceaux nerveux du nerf optique, avec leur névrilème ; *c*, gaîne du nerf optique, se continuant avec la sclérotique *c'* ; *c''*, couche interne de la sclérotique, renfermant du pigment ; *d*, choroïde ; *e*, pigment noir ; *f*, bâtonnets ; *g*, les deux couches de grains ; *h*, couche de substance nerveuse grise ; *i*, papille du nerf optique, très-nette sur ce genre de préparations ; *l*, lame criblée. (D'après les *Icon. phys*. d'Ecker, planche relative à la rétine.)

Fig. 482. — Éléments qui forment l'épanouissement terminal du nerf optique chez l'homme. Grossissement de 350 diamètres. — *a*, fibres nerveuses d'un certain calibre, présentant des varicosités ; *b*, fibre nerveuse fine ; c, fibres pâles, onduleuses et sans varicosités, appartenant probablement aux fibres radiées.

sidérable et leur état constamment variqueux sur le cadavre : ces deux dernières circonstances permettent de conclure que ces fibres sont pourvues, sinon précisément d'une moelle analogue à celle des nerfs ordinaires, du moins d'un contenu en partie fluide, peut-être de nature graisseuse, et autorisent à ranger les fibres nerveuses de la rétine à côté des éléments les plus délicats de l'encéphale. Je n'ai jamais trouvé de cylindre d'axe dans les fibres de la rétine; mais je crois avoir reconnu distinctement une gaîne sur les varicosités, qu'on trouve si fréquemment rompues. Dans tous les cas, les fibres de la rétine ne se composent pas exclusivement, ni même principalement, de moelle nerveuse ordinaire; car soumises à l'action de l'éther, n'importe par quel procédé, elles s'amincissent, il est vrai, mais deviennent plus nettes et plus foncées qu'auparavant. En cet état, elles se gonflent de nouveau dans l'acide acétique froid, et se dissolvent dans les alcalis. On peut donc affirmer que les fibres de la rétine sont constituées principalement par une substance azotée. D'après Bowman et M. Schultze, les fibres rétiniennes ne sont que des cylindres d'axe; à l'appui de cette opinion, M. Schultze montre que les cylindres d'axe de certains nerfs, tels que le nerf auditif du brochet, présentent également des varicosités.



FIG. 483.

Quant au *trajet* des fibres rétiniennes dans la rétine, il est certain que, de la papille du nerf optique, elles s'irradient dans toutes les directions, en formant une espèce de membrane continue qui s'étend jusqu'à l'*ora serrata retinæ*, et qui ne présente d'interruption que dans la région de la tache jaune. Les fibres qui composent cette membrane nerveuse sont réunies en faisceaux un peu aplatis latéralement, plus ou moins volumineux, en général de 22 à 26 μ de largeur; ces faisceaux ou bien s'anastomosent ensemble à angle très-aigu, ou bien marchent parallèlement les uns aux autres dans un assez long trajet. Au niveau de la *tache jaune,* une faible portion seulement des fibres optiques se dirigent

FIG. 483. — Trajet des fibres nerveuses dans le fond de l'œil. — *a*, point d'entrée du nerf optique; *b*, tache jaune; *c*, fibres arquées sur les côtés de la tache; *d*, fibres arciformes marchant à la rencontre les unes des autres au côté interne de la tache jaune; *e, e,* fibres rectilignes marchant dans d'autres directions. Les points qu'on voit entre les fibres du nerf optique indiquent les extrémités des fibres radiées, rangées en séries régulières. Ces points sont trop peu marqués.

en droite ligne vers l'extrémité interne de cette tache ; les autres, beaucoup plus nombreuses, décrivent un arc de cercle d'autant plus considérable qu'elles sont plus antérieures, pour atteindre les côtés de la tache jaune. Toutes ces fibres se perdent entre les cellules nerveuses dans la profondeur de la tache, qui manque, par conséquent, de fibres superficielles ; elles naissent très-vraisemblablement des prolongements des

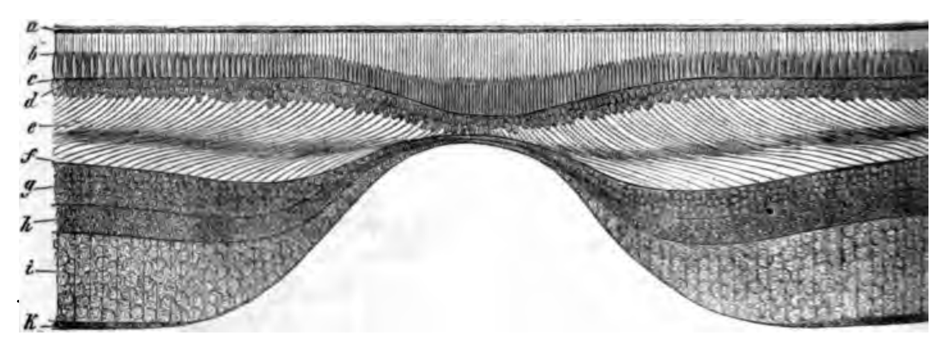


Fig. 484.

cellules de cette région (Remak). Sur le côté externe de la tache jaune, les fibres se redressent peu à peu, de telle façon, cependant, que d'abord elles convergent encore en arc de cercle les unes vers les autres, dans une certaine étendue, et sont séparées par une raie blanche située sur le prolongement de l'axe de la tache jaune, jusqu'à ce qu'enfin elles aient toutes repris leur direction rectiligne. Pour ce qui est de leur *terminaison*, les recherches les plus récentes rendent plus que probable que *toutes ces fibres* se continuent avec les prolongements des cellules nerveuses de la rétine, disposition que, dans le langage histologique ordinaire, on peut traduire ainsi : toutes les fibres naissent de ces cellules. L'*épaisseur* de la couche des fibres optiques est de 200 μ près de la papille, de 63-80 μ à 9-13 millimètres plus en avant, un peu plus de 4,5 μ au bord de la tache jaune, de 80 μ dans le fond de l'œil, de 13-18 μ à 5 millimètres en dehors de la tache jaune, de 4,5 μ, non loin de l'ora serrata.

5. La *membrane limitante* (fig. 473, 10) est une pellicule délicate, intimement unie avec la substance conjonctive de la rétine, et mesurant à peine 1,1 μ d'épaisseur ; quand on dilacère la rétine, ou sous l'influence des réactifs, elle se détache parfois par lambeaux assez grands, et l'on reconnaît alors qu'elle est complétement homogène. La membrane limitante résiste longtemps aux acides et aux alcalis ; tous ses autres carac-

Fig. 484. — Section perpendiculaire de la tache jaune et de la fovea centralis, d'après la figure théorique de M. Schultze. — *a*, couche de pigment ; *b*, couche des bâtonnets, composée uniquement de cônes dans la fovea ; *c*, limitante externe ; *d*, grains externes ; *e*, couche fibreuse externe ; *f*, couche finement granulée externe ; *g*, couche granuleuse interne ; *h*, couche finement granulée interne ; *i*, couche de cellules nerveuses ; *k*, couche de fibres optiques et limitante interne.

tères, du reste, la rapprochent des membranes hyalines, telles que la capsule cristalline.

La *tache jaune* est une région particulière de la rétine, de forme elliptique, de couleur jaune ou dorée, mesurant environ 2 millimètres ; son extrémité interne est distante de 2mm,2 à 2mm,45 du centre du nerf optique, et à sa partie moyenne, un peu plus près cependant de son extrémité interne, se trouve un point aminci, incolore, déprimé en fossette, de 18 à 22 μ de largeur : c'est la *fossette* centrale. Le *pli central de la rétine*, admis par beaucoup d'auteurs sur la tache jaune, n'existe point dans les yeux frais : c'est ce que Virchow et moi nous avons constaté, comme beaucoup d'autres, sur les yeux d'un supplicié. Il n'en est pas de même de la *couleur jaune*, qui dépend d'une matière colorante particulière, dont sont imprégnés tous les éléments de la rétine, à l'exception de la couche des bâtonnets; ce pigment pâlit dans l'alcool et dans l'eau, au bout de quelques jours. Au niveau de la tache jaune, les fibres nerveuses n'existent point en couche continue; la couche des cellules nerveuses, qui là sont très-serrées les unes contre les autres et forment plusieurs plans superposés comme ceux d'un épithélium pavimenteux, y est en contact immédiat avec la membrane limitante. Les cellules ne font pas complétement défaut dans la fossette centrale, à part la portion la plus profonde de cette fossette (M. Schultze), comme avait dit Bergmann; elles y forment seulement une couche plus mince (H. Müller n'a trouvé là que trois plans de cellules superposés). Entre ces cellules cheminent également des fibres nerveuses, qui arrivent de la périphérie de la tache jaune pour se perdre dans cette dernière, probablement en s'unissant avec les cellules nerveuses. La couche interne de substance grise finement granulée (*fibre griggie* de Pacini) existe dans les portions périphériques de la tache jaune ; elle fait défaut au centre de la fovea centralis, dans une petite étendue (H. Müller, moi), où manque même la couche granuleuse interne. La couche granuleuse externe, au contraire, et la couche intermédiaire ne font défaut nulle part, mais elles sont plus minces dans la fovea centralis. D'une manière générale, cependant, la couche granuleuse interne est plus épaisse au niveau de la tache jaune que l'externe. D'après les observations de Henle, que je ne puis que



Fig. 485.

Fig. 485. — Section perpendiculaire de la rétine, près de la tache jaune. Grossissement de 350 diamètres. — 1, couche des bâtonnets; 2, grains externes; 3, couche intermédiaire; 4, grains internes; 5, couche de substance nerveuse grise; 6, cellules nerveuses; 7, couche des fibres optiques; 8, limitante (d'après la planche consacrée à la rétine de Müller et moi, in *Icon. phys.* d'Ecker).

granuleuse interne, qui sont unis à ces fibres et aux cellules ganglionnaires, appartiennent aux parties nerveuses de la rétine. Mais il y a dans les couches internes de la rétine d'autres fibres, que j'appelle *fibres radiées* ou *de soutènement*, qu'il convient de considérer, avec H. Müller, Remak et M. Schultze, comme non nerveuses; il faut leur adjoindre, comme M. Schultze l'admet, beaucoup de prolongements ténus de ces éléments, formant dans toute l'épaisseur de la rétine un *réseau* délicat plus ou moins développé, plus une portion des grains de la couche granuleuse interne et les membranes limitantes externe et interne. M. Schultze décrit toutes ces parties comme une couche fondamentale conjonctive de la rétine, tandis que moi, comme je l'ai déjà indiqué plus haut, je considère, parmi elles, les éléments fibreux comme de la *substance conjonctive simple* et comme *des réseaux de cellules métamorphosés*, analogues à ceux du réticulum de certains organes glandulaires et du système nerveux central. Les membranes limitantes me paraissent être de la substance fondamentale conjonctive, analogue aux *basement membranes*.

Les *fibres radiées ou de soutènement*, dont nous devons la découverte à H. Müller, sont des fibres relativement résistantes, qui traversent, en général, perpendiculairement la rétine, et qu'il est facile de suivre depuis la limitante externe, à travers les expansions du nerf optique et la couche de substance grise, jusqu'à la couche granuleuse interne; là, elles se perdent comme éléments faciles à isoler; mais il est probable qu'elles s'étendent, par des prolongements délicats, jusqu'à la couche des bâtonnets. Dans la couche des expansions du nerf optique, les fibres radiées se disposent dans un ordre déterminé, un peu différent suivant les régions. Au fond de l'œil et aussi longtemps que les fibres optiques forment des faisceaux séparés les uns des autres par de simples fentes, les fibres radiées sont réunies en minces feuillets, dont l'étendue est en rapport avec la largeur de ces fentes ou mailles; elles traversent ainsi toute l'épaisseur de la couche fibreuse, comme on peut s'en convaincre soit sur des coupes transversales à travers cette couche, soit sur des coupes horizontales. Les premières (fig. 487) présentent la section transversale des faisceaux aplatis, très-épais en partie, des fibres du nerf optique, représentées par des masses finement ponctuées, en forme de colonnes, et entre ces faisceaux se voient de profil les lames des fibres de Müller, figurées par de forts faisceaux de fibres. Les coupes horizontales, au contraire, montrent les mailles du plexus nerveux, dans lesquelles on trouve les extrémités des fibres figurées par des séries étroites de lignes et de points foncés qui, chez les animaux, sont souvent disposées régulièrement des deux côtés, comme les barbes d'une plume. Plus en avant, où les mailles des plexus nerveux s'élargissent, les lames des fibres de Müller deviennent de plus en plus épaisses, et à la partie antérieure, enfin, ces lames, assez rapprochées les unes des autres et n'affectant plus aucune disposition spéciale, se dirigent vers la surface en formant une couche presque continue de point

foncés, dans laquelle on ne voit d'interruption qu'au niveau des faisceaux de fibres nerveuses et aux endroits où se trouvent de grosses cellules nerveuses (fig. 483). *En dedans*, les fibres radiées traversent encore la couche des fibres optiques, et se terminent sur la membrane limitante; mais leur véritable disposition est difficile à saisir, à raison de leur ténuité et de leur altérabilité extrêmes. Toutes mes observations me portent à admettre

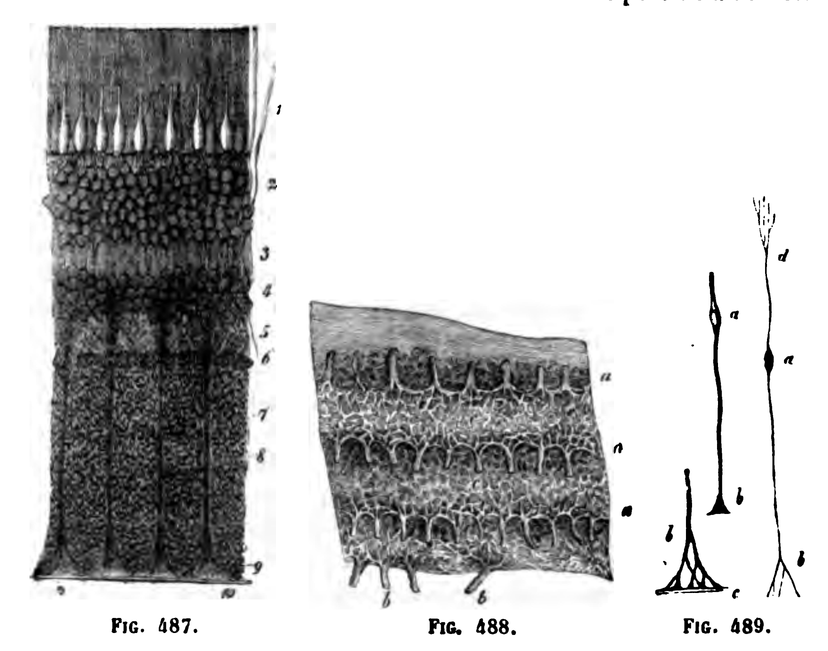


FIG. 487. FIG. 488. FIG. 489.

que ce sont les renflements triangulaires et comme tronqués que nous avons vus, H. Müller et moi (fig. 489, *b*), et non les fréquentes bifurcations et ramifications que l'on rencontre, qui constituent les véritables terminaisons de ces fibres à leur extrémité interne. Quand on examine une rétine bien fraîche sur un pli ou sur une section verticale, ces extrémités apparaissent comme un bord transparent, large de 4,5 à 6,7 μ, entre la

FIG. 487. — Section verticale de la rétine, près de l'entrée du nerf optique. Grossissement de 350 diamètres. Chez l'homme. — 1, couche des bâtonnets; 2, couche granuleuse externe; 3, couche intermédiaire; 4, couche granuleuse interne; 5, couche de substance grise; 6, cellules nerveuses en couche simple; 7, faisceaux des fibres du nerf optique, coupés en travers; 8, fibres radiées formant des lames minces entre ces faisceaux; 9, terminaison des fibres radiées sur la membrane limitante 10 (d'après la planche consacrée à la rétine dans les *Icones phys.* d'Ecker).

FIG. 488. — Fragment de la membrane limitante du fond de l'œil, avec les fibres radiées qui s'y insèrent. Grossissement de 400 diamètres; pris sur un œil humain conservé dans l'acide chromique. — *a*, séries de fibres radiées; *b*, extrémités de ces fibres; *c*, apparence de réseau qu'elles forment sur la limitante.

FIG. 489. — Fibres radiées de la rétine humaine, grossies 350 fois. — *a*, grains internes; *b*, extrémités internes des fibres radiées : sur une fibre, c'est un renflement triangulaire, sur l'autre, elles sont ramifiées; elles s'insèrent sur la limitante *c*, qui n'est figurée qu'en un seul point; *d*, prolongement externe d'une fibre radiée, finement ramifiée.

membrane limitante et l'épanouissement du nerf optique : ce sont elles, à mon avis, qui ont donné lieu à l'idée d'un épithélium dans cette région. Les sphères transparentes que décrit Bowman (*Lect.*, fig. 15) ne sont autre chose que les extrémités internes des fibres radiées; ces extrémités, quand elles se recouvrent mutuellement, et surtout quand elles sont gonflées par l'eau, donnent l'image de corpuscules arrondis juxtaposés. Les extrémités tronquées des fibres radiées reposent sur la face externe de la membrane limitante ; sur des pièces conservées dans l'acide chromique, particulièrement dans la portion antérieure de la rétine, où les fibres de soutènement sont plus nombreuses, il n'est pas rare d'obtenir des portions de cette membrane encore unies à ces fibres (H. Müller, moi). Cette circonstance a porté M. Schultze à ranger aussi la limitante avec le tissu conjontif de la rétine et à la considérer simplement comme une membrane résultant de la fusion des extrémités des fibres radiées. Mais en faisant cela, M. Schultze a perdu de vue plusieurs faits signalés, depuis longtemps, par H. Müller et par moi, et qui conduisent à une autre opinion. En premier lieu, l'adhérence entre les deux ordres d'éléments est loin d'être intime; car sur des pièces fraîches, ou même traitées par des réactifs, le système des fibres radiées se détache, en général, de la membrane limitante avec une extrême facilité. En second lieu, la limitante existe aussi dans des régions de la rétine où les fibres radiées font complétement défaut, comme dans la tache jaune et à l'entrée du nerf optique. Troisièmement, enfin, les caractères chimiques des deux espèces d'éléments sont très-différents. Les fibres radiées sont *excessivement altérables* et, sur des rétines qui ne sont pas tout à fait fraîches, elles ne sont plus visibles, ou ne se voient que par fragments. L'eau et l'acide acétique font éclater leurs renflements internes, avec issue de gouttelettes albumineuses transparentes. Une solution étendue de potasse ou de soude caustiques agit encore plus vivement sur ces fibres, qui s'y dissolvent très-rapidement. La limitante, au contraire, bien qu'elle se déchire facilement lorsque les couches internes de la rétine ont été gonflées par l'eau, l'acide acétique ou les alcalis caustiques, est bien moins altérable qu'on ne pourrait être tenté de le croire; car elle se montre longtemps réfractaire aux acides et aux alcalis, de même qu'à l'eau, et n'est point colorée en rouge par le sucre et l'acide sulfurique. Conséquemment la limitante est bien différente, au point de vue chimique, des fibres radiées, et, tout bien considéré, je n'hésite pas à affirmer qu'elle n'appartient point aux fibres radiées et qu'elle constitue un élément distinct, qu'on ne saurait mieux ranger qu'avec les membranes vitrées.

De même que dans la couche des fibres optiques, les fibres radiées sont faciles à suivre dans la couche des cellules nerveuses et dans la substance grise, jusqu'à la couche granulée interne. Là, elles s'unissent incontestablement avec une portion des grains internes, qui, comme nous l'avons déjà vu, ont la signification de petites cellules, et d'où partent d'autres prolongements filamenteux et ramifiés, qui pénètrent dans la couche in-

termédiaire, et dont souvent, sur des rétines durcies, on peut observer la continuité avec les bâtonnets et leurs prolongements, les fibres de Müller. C'est pourquoi j'avais cru autrefois pouvoir admettre, avec Müller, qu'il y a continuité directe entre les fibres radiées et les éléments de la couche des bâtonnets. Mais depuis que H. Müller a exprimé l'avis que les fibres radiées n'appartiennent pas à la catégorie des éléments nerveux de la rétine, opinion qui a été énergiquement soutenue par les observations de M. Schultze, je me range à l'opinion d'après laquelle les fibres radiées existent également d'une manière indépendante dans les couches externes de la rétine, et se terminent probablement de telle façon, que leurs minces prolongements s'étendent jusqu'à la limite de la couche des bâtonnets ou la limitante externe, comme l'admet M. Schultze. J'ai même trouvé une région de la rétine humaine (4ᵉ édit., p. 667), *où les fibres radiées sont presque aussi marquées et fortes dans les couches externes de la membrane que dans les parties internes*, et s'insèrent très-nettement par des extrémités élargies sur la limitante externe : cette région, c'est la partie la plus antérieure de la rétine, au voisinage de l'ora serrata (fig. 493, *e*).

Je dois maintenant dire quelques mots des nouvelles idées de Schultze, d'après lesquelles la substance conjonctive, ou, comme dit Schultze, le tissu conjonctif de la rétine comprendrait, outre les fibres radiées, des prolongements délicats de ces fibres, formant *un réseau extrêmement serré*, dont les mailles ne seraient visibles qu'à l'aide des plus forts grossissements. Ce que jusqu'alors on désignait, dans les couches finement granulées externe et interne, sous le nom de substance finement granulée, ne serait autre chose que ce réseau, qui existerait aussi dans toutes les autres couches de la rétine, à l'exception de la couche des bâtonnets, et qui constituerait, avec les fibres radiées, un stroma continu pour tous les éléments nerveux. J'ai répété les observations de Schultze sur les rétines du bœuf et de l'homme, mais il m'a été impossible de voir nettement ce réseau. Souvent, cependant, j'ai trouvé, principalement chez l'homme, des fibres radiées munies d'appendices membraneux, qui, observés avec l'objectif nº 10 de Hartnack, ne permettaient pas de décider s'il s'agissait d'une partie fenêtrée ou finement granulée. D'autres fois, ces espèces de lames étaient simplement homogènes ou vaguement fibrillaires. D'autre part, il ne m'a point paru douteux que, chez l'homme, les appendices latéraux des fibres radiées, observés déjà par H. Müller et par moi, forment dans les couches granuleuses un gros réseau, logeant les grains dans ses mailles. Mais je n'ose encore m'exprimer au sujet de l'existence constante d'un réseau conjonctif dans la couche intermédiaire et dans la couche finement granulée interne de la substance grise de la rétine.

La signification anatomique des fibres radiées, qu'elles soient ou non unies entre elles par des réseaux délicats, ne me paraît pas douteuse. Elles ne sont pas formées de tissu conjonctif; leurs propriétés chimiques, mentionnées plus haut, ne laissent aucun doute à cet égard; j'ajouterai qu'elles ne dissolvent point dans l'eau bouillante. Comme on ne peut pas

songer à des fibres élastiques ou musculaires, ni, comme nous l'avons vu, à des éléments élastiques, il ne reste plus qu'à les ranger, ainsi que je l'ai dit, avec les corpuscules de tissu conjonctif et la substance conjonctive simple, particulièrement avec cette forme qui se rencontre dans le système





FIG. 490.

nerveux central et dans le réticulum des follicules intestinaux, etc. Depuis longtemps j'ai montré, avec Müller, que les fibres radiées sont des prolongements de cellule, ou, si l'on aime mieux, se continuent avec des prolongements de cellule (ceux des grains internes); mais j'ai constaté aussi que dans les couches internes de la rétine de l'homme et du bœuf, il y a des noyaux dans les fibres radiées, dont les extrémités se confondaient en une mince couche renfermant des noyaux et semblant appliquée contre la limitante, de sorte qu'on ne pouvait douter que nous ayons affaire ici à des cellules métamorphosées. On peut encore rappeler ici les belles cellules découvertes par H. Müller dans la rétine des poissons, cellules dont on a constaté l'union en un magnifique réseau et la fusion en une sorte de membrane fenêtrée garnie de noyaux; ces parties appartiennent évidemment à la substance conjonctive de la rétine, et se continuent immédiatement, comme M. Schultze croit l'avoir vu, avec les fibres radiées. Si donc il est incontestable que les éléments de la substance de soutènement de la rétine sont de nature celluleuse, on ne peut se refuser à donner à ces fibres la place que je leur ai assignée, d'autant plus que leurs caractères chimiques sont ceux des corpuscules délicats de tissu conjonctif.

Il nous reste, pour terminer, à traiter ***des connexions probables et de la signification des éléments essentiels de la rétine.*** Prenons pour point de départ les cellules ganglionnaires; il n'y a aucune raison valable pour révoquer en doute que toutes les fibres du nerf optique s'unissent aux prolongements de ces cellules, car la continuité entre ces prolongements et certaines fibres variqueuses ayant la même conformation que les fibres optiques a été constatée par nombre d'observateurs, tandis que personne n'a vu ces dernières se terminer d'une façon différente. Relativement aux prolongements des cellules ganglionnaires qui pénètrent dans les couches

FIG. 490. — Fibres radiées de l'homme, grossies 350 fois. — 1, fibres de la portion antérieure de la rétine, où elles cheminent longtemps horizontalement. — *a*, renflement à noyau; *b*, renflements présentant de courts prolongements latéraux triangulaires à leur extrémité et qui probablement s'inséraient sur la limitante. — 2, extrémités des fibres de Müller *b*, des portions postérieures de l'œil, renfermant des noyaux *c*, et se confondant en une membrane homogène *a*, qui paraissait appliquée immédiatement contre la limitante.

externes de la rétine, *H. Müller et moi nous avons constaté d'une manière certaine*, au moins pour la tache jaune, *que ces prolongements sont unis aux grains de la couche granuleuse interne*. Or, comme de ces grains unis aux cellules, on a vu partir aussi des prolongements qui se rendaient dans la couche intermédiaire, et que, d'autre part, au niveau de la tache jaune, les fibres de Müller provenant des cônes peuvent être suivies jusque dans la même couche, on peut être autorisé à supposer, comme nous l'avons fait depuis longtemps, H. Müller et moi, que les cônes de la tache jaune sont unis aux grains internes par les fibres de Müller, et ces grains aux cellules ganglionnaires et aux fibres optiques, bien que la continuité entre toutes ces parties n'ait encore été constatée par aucun observateur. Cette manière de voir se trouve notablement confirmée par les dernières recherches de H. Müller sur la rétine du caméléon. Chez cet animal, deux espèces de fibres, parfaitement distinctes, se trouvent dans la tache jaune : des *fibres radiées*, qui unissent la couche des bâtonnets (limitante externe) à la couche granuleuse interne, et qui sont manifestement de nature secondaire (substance conjonctive) ; et des *fibres obliques*, qui relient entre eux les grains de cône et les éléments de la couche granuleuse interne, ce qui donne un puissant appui à la supposition que les fibres obliques de la couche intermédiaire de la tache jaune humaine n'appartiennent pas à la substance conjonctive. Relativement aux connexions des fibres de cône avec les grains internes, il semble résulter des recherches les plus récentes que chacune de ces fibres s'unit à plusieurs grains ; dans la figure théorique 492, j'ai pris pour base les données fournies par Hasse. Sil est, en quelque sorte, démontré que dans la tache jaune les cônes sont reliés aux grains internes et aux cellules ganglionnaires, on pourra bien, sans se tromper, admettre la même disposition dans le reste de la rétine. Pour ce qui est des bâtonnets, il faut reconnaître que leurs connexions sont loin d'avoir été déterminées avec la même précision. Toutefois, en considérant tous les faits observés, il me semble difficile de ne pas admettre que, de même que les cônes, les bâtonnets doivent être comptés parmi les éléments essentiels de la rétine, et, à ce sujet, j'appellerai spécialement l'attention, en premier lieu, sur la grande ressemblance qui existe entre les cônes, y compris leurs bâtonnets, et les bâtonnets proprement dits, quant à leur aspect, leur composition chimique et leurs connexions avec les grains externes et les fibres de Müller; en second lieu, sur la grande analogie



FIG. 491.

FIG. 491. — Structure de la rétine de l'homme ; élément grossi 350 fois. — *a*, grosse cellule nerveuse ; *b*, prolongement de cette cellule dirigé en dehors, vers un grain de la couche interne *c* (cellule à noyau) ; *d*, fibre de Müller qui, de la couche des bâtonnets, s'étend jusqu'à ce grain ; *e*, autre prolongement de cette cellule nerveuse, qui se continue sans doute avec une fibre optique.

entre les cônes de la fovea centralis de l'homme et du caméléon ; troisièmement, enfin, sur ce fait qu'il y a des animaux (requin et raie, H. Müller et Leydig ; chauve-souris, porc-épic, cochon d'Inde, souris, taupe, anguille, M. Schultze) qui n'ont que des bâtonnets dans toute la rétine. Au point de vue anatomique, je considère donc les bâtonnets comme les équivalents des cônes, et je présume que, là où ils existent, les prolongements des cellules ganglionnaires, qui sont ramifiés, sont unis, par l'intermédiaire des grains internes, en tant que ceux-ci n'appartiennent pas aux fibres radiées, aussi bien avec les bâtonnets qu'avec les cônes, c'est-à-dire avec leurs grains et avec les fibres de Müller qui y prennent naissance.

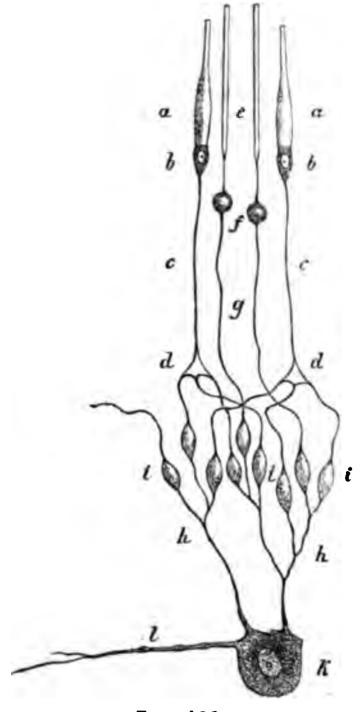


FIG. 492.

Les *vaisseaux* de la rétine proviennent de l'artère centrale de la rétine, qui, logée dans le nerf optique, pénètre dans l'œil en traversant le sommet de la papille de ce nerf, et se divise immédiatement en quatre ou cinq branches principales, qui se ramifient à leur tour. Situées d'abord au-dessous de la membrane limitante, les ramifications de l'artère centrale pénètrent, à travers la couche des fibres nerveuses, dans la couche de substance grise, s'étendent, en formant d'élégantes arborisations, jusqu'à l'ora serrata, et se terminent dans un réseau circulaire à mailles assez larges, formé de capillaires très-fins (de 4,5 à 6,7 μ) et situé principalement dans la couche de substance grise, en partie aussi dans la couche fibreuse. Chez les animaux, le point de départ des *veines* de la rétine est un *cercle veineux* incomplet qui se trouve près de l'ora serrata ; de là, les veinules vont d'avant en arrière, en accompagnant les artères ; elles se réunissent pour former la *veine centrale*, qui sort de l'œil avec l'artère de ce nom. — Au niveau de la tache jaune, on ne trouve point de vaisseaux un peu volumineux, mais seulement de nombreux capillaires, et dans la *fovea centralis*, les vaisseaux font complètement défaut. — Je n'ai jamais ren-

FIG. 492. — Figure schématique des connexions entre les éléments de la rétine. — *a*, cônes ; *b*, grains de cône ; *c*, fibre de cône ; *d*, renflements de ces fibres au niveau de la couche finement granulée externe, lesquels sont unis chacun par trois (?) fibres fines aux grains internes *i* ; *e*, bâtonnets ; *f*, grains de bâtonnets ; *g*, fibres de bâtonnets se rendant à des grains internes ; *h*, prolongement d'une cellule nerveuse vers les grains internes ; *l*, prolongement qui se dirige dans la couche des fibres optiques, et qui représente même une de ces fibres.

contré de filets nerveux sur les vaisseaux de la rétine ; mais sur la face externe des gros vaisseaux, j'ai vu çà et là des traces d'un tissu de fibres qui les accompagnait, et qui ressemblait fort au réticulum des corpuscules de tissu conjonctif de certaines régions.

Portion ciliaire de la rétine. — Bien que tous les éléments essentiels de la rétine, fibres optiques, cellules nerveuses, grains, bâtonnets et cônes se terminent à l'ora serrata, la rétine, néanmoins, ne présente point un bord libre ; elle se continue sur toute la couronne ciliaire, jusqu'au bord externe de la surface postérieure de l'iris, sous la forme d'une mince couche gris-blanchâtre, qu'on peut désigner sous le nom de *portion ciliaire de la rétine*. Cette pellicule, de 40 à 45 μ d'épaisseur, est unie d'une manière très-intime, tant aux procès ciliaires qu'à la zone de Zinn, située à leur face interne (voy. plus bas), et reste toujours partiellement adhérente à cette dernière, souvent avec un peu de pigment, quand on veut l'enlever. Lorsqu'on examine cette portion de la rétine sur des coupes perpendiculaires d'un œil durci dans l'acide chromique, on reconnaît qu'elle se compose, chez l'homme, de cellules cylindriques, en partie très-longues et étroites, en partie assez courtes, ce sont les antérieures, et rappelant beaucoup les cellules épithéliales par leur disposition régulière et par leurs beaux noyaux. Mais ce qui me surprit, c'est que, dans les longues cellules, les bouts internes sont rétrécis et s'appliquent ensuite par des extrémités triangulaires élargies ou bifurquées sur une couche limitante, que, d'après mes recherches nouvelles (Handb., 4ᵉ éd.), je considère *comme n'étant autre chose qu'un prolongement de la limitante interne*, laquelle s'étendrait ainsi jusqu'au bord de l'iris. Si, en cela déjà, ces cellules rap-

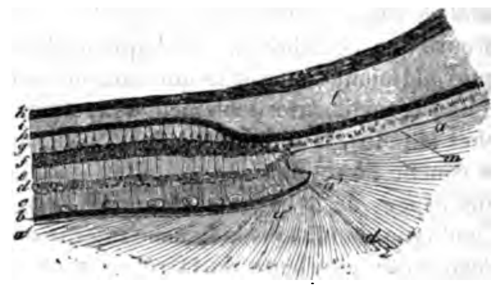
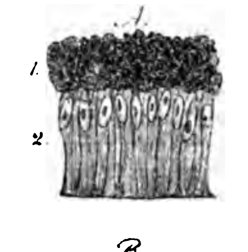


Fig. 493.



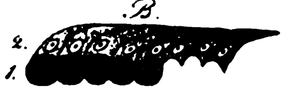


Fig. 494.

Fig. 493. — Section verticale de l'extrémité antérieure de la rétine humaine. Grossissement d'environ 60 diamètres. — *a*, hyaloïde; *a'*, tractus fibreux qui, à l'extrémité antérieure de la rétine, passent de l'hyaloïde dans le corps vitré; *b*, limitante et couche fibreuse horizontale de la rétine; *c*, couche de substance nerveuse grise, avec quelques cellules; *d*, grains internes; *e*, couche intermédiaire; *f*, grains externes; *g*, couche des bâtonnets et des cônes; *h*, pigment noir; *i*, couche moyenne de la choroïde; *k*, couche pigmentaire externe de la choroïde; *l*, origine d'un procès ciliaire; *m*, portion ciliaire de la rétine.

Fig. 494. — Portion ciliaire de la rétine. A, chez l'homme. B, chez le bœuf. Grossissement de 350 diamètres. — 1, cellules pigmentaires; 2, cellules de la portion ciliaire ellemême.

pellent parfaitement les fibres radiées de la rétine proprement dite, une étude attentive de l'extrémité antérieure de cette membrane démontre que les cellules en question se produisent, en réalité, par transformation des fibres radiées de la rétine, et que cette transformation est graduelle, ces fibres présentant ici, comme cela a été dit plus haut, un développement exceptionnel et étant tendues, dans toute l'épaisseur de la rétine, entre les limitantes. *Ainsi donc, la portion ciliaire de la rétine est composée exclusivement de fibres radiées raccourcies,* et c'est là, à mon avis, une excellente preuve que ces fibres ne sont que de la substance conjonctive. A ceux qui voudraient soulever la question de savoir si la portion ciliaire de la rétine appartient véritablement à la rétine, il y aurait lieu de rappeler que chez le fœtus, la rétine s'étend, en avant, aussi loin que la choroïde, dont la couche de cellules pigmentaires, comme je l'ai montré, se développe aux dépens de la couche externe de la vésicule oculaire secondaire de l'embryon, tandis que la couche interne produit la rétine. Relativement à l'extrémité antérieure de la rétine proprement dite, je ferai remarquer encore qu'elle se présente généralement comme dans la figure XV de la planche sur la rétine des *Icon. phys.* de A. Ecker, dans laquelle, toutefois, la portion ciliaire de la membrane n'est pas représentée exactement. Il est rare, au contraire, d'observer un angle, comme dans la figure 493.

Relativement à la désignation des couches de la rétine, je n'ai aucun motif de déserter la nomenclature choisie par H. Müller et par moi, et je ne puis saisir les avantages qu'auraient les dénominations nouvelles proposées par Henle. C'est seulement dans la division de la couche granuleuse intermédiaire en deux couches que je me suis permis une modification et que j'ai adopté deux noms de Henle, l'un toutefois traduit en allemand. — Si M. Schultze refuse de compter la couche fibreuse externe avec la couche intermédiaire, il n'y a natullement rien à objecter ; je dois faire remarquer seulement que H. Müller et moi, nous avons, dans toutes nos planches et descriptions, considéré cette couche comme la partie la plus essentielle de la couche intermédiaire, bien que nous sussions fort bien que la plupart des fibres de cette couche sont des prolongements des fibres de Müller.

Les recherches sur la rétine de beaucoup les plus importantes sont celles de H. Müller, dont le grand travail (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII, 1856, p. 1) non-seulement constitue le plus complet et le meilleur qu'on ait publié jusqu'alors, mais encore contient en germe presque tout ce qui a été produit dans les années suivantes. C'est à H. Müller que nous devons cette importante découverte que les bâtonnets et les cônes sont unis par des prolongements aux parties internes de la rétine, découverte qui a été le point de départ d'une phase toute nouvelle dans l'interprétation anatomique et physiologique de ces éléments. Et si H. Müller, ainsi que moi, qui, le premier, ai vérifié ses données sur la rétine humaine, se laissa entraîner d'abord à l'hypothèse que *les fibres radiées*, découvertes aussi par lui dans les couches internes de la rétine, appartiennent aux parties essentielles de cette membrane et sont en continuité avec les filaments qui partent des cônes et des bâtonnets, il fut aussi le premier qui (*Würzb. Verh.*, *IV*, p. 99) discuta la question de savoir si les fibres n'auraient peut-être pas une autre signification, se fondant surtout sur leur absence au niveau de la tache jaune et sur leur union avec la limitante. Dans son mémoire plus approfondi, il s'exprime à cet égard d'une manière plus formelle et désigne les fibres radiées comme une sorte de substance indifférente ou conjonctive, sans pourtant se croire obligé pour cela de nier la liaison de ces éléments avec les

parties véritablement nerveuses. Entre temps, Remak avait déjà désigné toutes les fibres radiées — c'est ainsi que Müller appelait dans l'origine toutes les fibres qui traversent perpendiculairement la rétine, y compris les prolongements des éléments de la couche des bâtonnets — sous le nom d'appareil de soutènement, de nature conjonctive, et Blessig avait même prétendu que la rétine ne contient aucun élément nerveux autre que les fibres optiques, assertion dont la réfutation ne fut pas difficile à Müller et à moi. Les caractères chimiques des fibres radiées proprement dites, c'est-à-dire de leurs extrémités internes, caractères que j'ai constatés le premier, m'avaient surtout déterminé à maintenir mon opinion relativement à leur réunion avec les éléments essentiels de la rétine, et à ne pas abandonner cette manière de voir, même après que H. Müller, et plus tard (1856) aussi M. Schultze, se furent prononcés en faveur de la nature indifférente de ces fibres, attendu qu'à cette époque on ne connaissait point d'éléments autres que les éléments nerveux auxquels s'appliquent les réactions constatées.

Si néanmoins, depuis 1863, je me suis nettement prononcé dans le sens de la nature conjonctive de ces fibres, c'est, d'une part, parce que, par des recherches personnelles, consignées dans cet ouvrage (4° éd.), je me suis convaincu de la grande extension que prend dans tout le système nerveux central la substance conjonctive simple formée de réseaux de corpuscules conjonctifs, d'autre part, parce que j'ai trouvé que tous les réseaux de cellules de la substance conjonctive simple observés dans le système nerveux, la rate, le thymus, les follicules intestinaux, etc., se comportent exactement, au point de vue chimique, comme les fibres dites radiées de la rétine. Puis vinrent le beau travail plus récent de M. Schultze sur la rétine, dans lequel la grande fréquence, dans cette membrane, d'éléments indépendants, non nerveux, fut sinon complétement démontrée, du moins rendue extrêmement vraisemblable, et enfin les recherches très-importantes de H. Müller sur la rétine du caméléon, d'après lesquelles il y a manifestement, dans la tache jaune et plus loin, dans les couches externes, deux espèces de fibres, dont les unes, perpendiculaires, correspondent aux fibres radiées des couches internes de la rétine humaine, et dont les autres, obliques, sont seules unies aux cônes. Parmi les travaux les plus récents, sont à mentionner surtout ceux de M. Schultze et de Henle. Ce dernier, considérant l'acide chromique et le chlorate de potasse comme des réactifs incertains, examine de préférence la rétine à l'état frais ou durcie dans l'alcool ; on s'explique par là qu'il n'ait pu voir beaucoup des objets dont un observateur entendu et consciencieux comme H. Müller avait établi l'existence à la suite de longues et pénibles recherches. En parcourant la description que Henle donne de la rétine, on trouve, il est vrai, à chaque pas la marque de l'anatomiste distingué ; mais, en somme, on en arrive à regretter que, dédaignant l'acide chromique, il ait donné tant de temps aux préparations à l'alcool, si peu avantageuses. Quant aux travaux de M. Schultze, au contraire, ils me paraissent frappés au coin de la plus saine observation et souvent on se demande ce qu'il faut le plus admirer, de la finesse des observations, ou de la perspicacité avec laquelle les faits anatomiques sont appliqués à la physiologie. Si çà et là on peut trouver par trop hardi l'essor que cet investigateur donne à sa pensée, on se réconcilie cependant presque toujours avec lui en considérant qu'il ne violente jamais les faits et que chaque hypothèse devient pour lui la source de nouveaux progrès dans le domaine anatomique. — Les travaux de Leydig, Hensen, Babuchin et M. Schultze sur l'anatomie comparée des yeux chez les animaux inférieurs méritent les plus grands éloges, et je ne puis que regretter de n'avoir pas ici à m'occuper de ces questions. Relativement aux connexions des éléments essentiels de la rétine, depuis que Müller et moi avons fait connaître que les cellules ganglionnaires de la tache jaune sont unies avec les grains internes, un nouveau progrès a été réalisé, en ce sens que M. Schultze a montré que les renflements des fibres de cône se prolongent en filaments très-fins, et prouvé, plus nettement que H. Müller et moi ne l'avions fait, que les fibres des bâtonnets sont des éléments distincts des fibres radiées. Au reste, il faut toujours considérer seulement comme vraisemblables

et non comme démontrés véritablement les rapports entre les fibres de bâtonnets et de cônes, ou de ce que j'ai appelé les fibres de Müller, avec les parties internes de la rétine, particulièrement avec les grains internes et les cellules nerveuses.

Voici encore quelques observations de détail.

La structure des bâtonnets et des cônes n'est pas encore parfaitement connue. En premier lieu, comme H. Müller l'a montré, on trouve chez les poissons (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII, p. 8, pl. I, fig. 3, *e*, *f*) des aspects qui semblent indiquer que les bâtonnets possèdent une *enveloppe* délicate, que Ritter se croit également obligé d'admettre chez la grenouille. De même, M. Schultze a vu sur la poule, dans le segment interne des bâtonnets, des formations nombreuses qui s'étendaient aussi sur le commencement du segment externe. Comme les bâtonnets représentent des prolongements des cellules figurées par les grains de bâtonnet, l'existence d'une enveloppe distincte serait facile à comprendre. Toutefois les preuves de cette existence n'ont peut-être pas encore été fournies avec une rigueur suffisante, et l'hypothèse indiquée par M. Schultze, d'après laquelle la prétendue enveloppe ne serait que de la substance fondamentale faiblement réfringente, serait aussi admissible que l'autre. On serait peut-être plus disposé à admettre une enveloppe pour les cônes (v. ma *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 657, et H. Müller, *l. c.*, p. 9, pl. I, fig. 3, *g*); mais il vaut mieux réserver son jugement. Un second point qui est digne d'attention, c'est de savoir si les bâtonnets ne présentent pas dans leur intérieur une production analogue au cylindre d'une des fibres nerveuses. Déjà H. Müller avait observé parfois dans les bâtonnets de la grenouille un filament central spécial (*l. c.*, p. 23, et pl. I, fig. 4, *f*) et de même Hannover (*Rech. micr.*, pl. IV, fig. 52, en deux points). C. Ritter étudia cette question avec plus de soin et il croit s'être convaincu, sur des bâtonnets de grenouille traités par l'acide chromique, qu'ils contiennent, sous leur enveloppe, une couche corticale transparente, qui devient granuleuse dans l'acide chromique, et au centre de celle-ci un filament, qui, vers l'extérieur, est généralement renflé en bouton, et dont l'autre extrémité proémine par le bout ouvert du bâtonnet, pour s'unir au grain du bâtonnet. Ces données méritent considération, et les modifications imprimées aux bâtonnets par l'acide chromique, si elles devaient se montrer constamment, permettraient de conclure, dans tous les cas, qu'ils sont composés de parties distinctes et feraient ressortir davantage leur analogie avec les fibres nerveuses, sur laquelle j'insiste depuis longtemps. Mais, pour le moment, cette circonstance n'est pas encore nettement établie, les opinions des observateurs étant encore partagées ; car si, d'une part, Manz, W. Krause et Schiess confirment les données de Ritter, d'autre part, Braun, Hulke et Steinlin (dans les cônes Steinlin a vu un élément central) n'ont pu découvrir *le fil de Ritter* et il a été impossible également à W. Krause de s'assurer de l'existence primitive de cet élément. M. Schultze, qui, dans son grand travail sur la rétine (1866), ne pouvait encore rapporter aucun fait certain à l'appui des fils de Ritter (p. 219), n'a vu que tout récemment, sur une poule et sur un singe, des indices de telles formations (bâtonnets et cônes de la rétine, p. 222, pl. XIII, fig. 2, 5) ; il s'abstient cependant de tout jugement, tandis que Hensen se range positivement à l'avis de Ritter, pour ce qui est de la grenouille.

Relativement aux deux segments des bâtonnets et des cônes, j'accepte l'opinion si sage exprimée par H. Müller dans son grand travail sur la rétine, et dans *Würzb. naturw. Zeitschr.*, III, p. 26. Mais lors même que, sur des pièces tout à fait fraîches, il serait impossible de distinguer une limite entre les segments externes et internes de la couche des bâtonnets, ces segments n'en pourraient pas moins être formés de substances plus ou moins différentes au point de vue chimique et physique et remplir des fonctions physiologiques distinctes ; aussi les efforts tentés dans cette direction par Braun et W. Krause, et surtout les recherches remarquables de M. Schultze, méritent-ils toute espèce d'éloges. D'autre part, il ne faut pas oublier non plus que des différences considérables en apparence, dans un sens ou dans l'autre, — je rappellerai ici seulement les fibres nerveuses pâles et à bords foncés, — ne sont pas nécessairement des différences essentielles, motivant des fonctions distinctes.

Les *corps lenticulaires* de M. Schultze, auxquels cet auteur croit devoir donner une grande importance, sont positivement mentionnés et représentés chez H. Müller. Ainsi, ce dernier dit des bâtonnets de la perche (*l. c.*, p. 8) que souvent une petite portion de la substance plus fortement réfringente du segment externe du bâtonnet est retranchée également par la ligne transversale (c'est-à-dire par la limite entre les segments externes et internes [moi]) et forme ensuite un grumeau qui s'isole de plus en plus des autres portions de la pointe transparente. Dans les cônes du même poisson, il figure « le corps lenticulaire » presque exactement comme M. Schultze (pl. I, fig. 3). H. Müller dit la même chose des bâtonnets et cônes de la grenouille (p. 27 et 30, fig. 49, etc.), des bâtonnets du pigeon (p. 36), et, sur des cônes de l'homme, il a constaté également des indices d'une disposition analogue (p. 49). M. Schultze a observé les corps lenticulaires sur les bâtonnets et cônes d'animaux de toutes les classes de vertébrés ; il ne les a pas trouvés chez d'autres. Parfois, comme sur la *grenouille*, la *salamandre* et le *brochet*, ils existaient déjà sur des éléments parfaitement frais (fig. 476, *B*, 1, c) ; d'autres fois ils ne se montraient qu'avec un commencement de putréfaction ; évidemment M. Schultze n'est pas disposé à s'exprimer catégoriquement dans le sens de leur existence à l'état naturel.

Le *fendillement transversal des bâtonnets* est connu depuis Hannover (*Rech. micr.*, pl. IV, fig. 52, pl. V, fig. 60, 65) de tous les micrographes, et H. Müller l'a décrit aussi sur les bâtonnets et cônes des poissons (*l. c.*, p. 9). On l'a généralement considéré comme un phénomène de décomposition ; c'est ainsi que j'ai expliqué (*Mikr. Anat.*, II, 1, p. 660) que la fréquence des stries transversales sur les bâtonnets, la rupture de ceux-ci dans le même sens, *dépendent de ce que leur contenu se divise en disques transversaux pendant la coagulation* et rappellent très-bien les modifications que l'acide acétique fait subir aux lamelles vitellines des poissons et des amphibies, et qui ont été décrites par J. Müller (*Abh. d. Berl. Akad.*, 1842, p. 36) et Virchow (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, IV, p. 238). Tout récemment, M. Schultze a soumis ce fendillement à un examen attentif et démontré que la décomposition en disques frappe exclusivement les segments externes des bâtonnets et des cônes, dans lesquels elle se montre en partie spontanément, dans le sérum, en partie sous l'influence d'une légère addition d'eau ou d'acide acétique étendu. M. Schultze croit devoir admettre dans ces segments externes deux substances, une substance fondamentale, liée à la substance des segments internes, faiblement réfringente et probablement de nature nerveuse, et des molécules déposées dans cette substance, groupées en lamelles fortement et doublement réfringentes. A cette hypothèse il rattache des considérations physiologiques précises. Quelque ingénieuses et tentantes que soient ces dernières, il n'en est pas moins vrai que le premier problème de la science consiste à établir solidement la base anatomique, et, à cet égard, M. Schultze partagera sans doute avec moi l'opinion qu'on n'a pu réussir jusqu'ici à s'accorder sur toutes les assertions relatives aux stries longitudinales et transversales, enveloppe, disques et substances interstitielles, corps réfringents, fils de Ritter et moelle, et que pour ce motif on ne saurait blâmer ceux qui pensent qu'il est plus utile de considerer simplement les bâtonnets et les cônes comme des appareils réfringents et en même temps catoptriques, comme H. Müller et moi l'avons fait à une certaine époque, que de se lancer dans des considérations spéciales sur les fonctions de leurs diverses parties.

En ce qui concerne la *couche granuleuse*, divers auteurs, et en particulier M. Schultze, ont confirmé l'observation de H. Müller, d'après laquelle il existe dans la couche granuleuse interne deux espèces d'éléments, dont l'une est unie aux fibres radiées. On sait que, chez l'homme, H. Müller est parvenu à distinguer sûrement deux catégories de ces éléments, attendu que parmi les grains internes, les uns sont bipolaires, les autres multipolaires. J'avais cru précédemment pouvoir considérer ces derniers comme unis aux bâtonnets ; mais, à cet égard, je suis redevenu incertain. Par contre, j'ai vu très-distinctement, au voisinage de l'ora

serrata, chez l'homme, dans la couche granuleuse interne, outre les grains ordinaires, des noyaux arrondis ou oblongs *plus gros*, avec nucléoles, qui appartiennent aux fibres radiées. J'ai trouvé ensuite chez le bœuf, dans la couche intermédiaire, des éléments qui correspondent aux cellules horizontales à noyaux distincts que H. Müller a découvertes dans la rétine des poissons et que M. Schultze a reconnues également. Il y avait là, en effet, de grosses cellules étendues horizontalement et d'où sortaient des prolongements également horizontaux, cellules qui, sur des sections perpendiculaires, avaient l'aspect de cellules nerveuses bipolaires, mais qui, très-probablement, appartenaient à la substance conjonctive de la rétine. Les grains externes sont *tous* unis à des bâtonnets et à des cônes; ce fait me paraît parfaitement certain, bien que Henle nie cette union (v., du reste, *Jahresber.*, de Henle, pour l'année 1866, p. 125), et je ferai seulement remarquer que M. Schultze a vu cette union entre les bâtonnets et les grains externes sur des pièces fraîches. Du reste, les fibres de bâtonnets et de cônes sont loin d'être connues suffisamment. Pour les fibres de cônes de la perche, H. Müller figure le *renflement conoïde* au côté externe de la couche finement granulée externe, point sur lequel M. Schultze est d'accord complètement avec Henle, pour les cas, du moins, où sa couche fibreuse externe fait défaut. Quand celle-ci existe, les corps conoïdes se trouvent, d'après lui, sur la *face externe* de la couche fibreuse externe (*Splanchn.*, fig. 501 *B*, 502, 515), donnée que M. Schultze déclare inexacte, tandis que Henle s'en réfère à ses préparations, qui ont été vues par Hasse. Du reste, d'après H. Müller et Henle, ces renflements paraissent pouvoir aussi faire défaut, et au point de vue du nombre de leurs prolongements (beaucoup suivant Schultze, 3 suivant Hasse), l'accord n'a pas encore pu se faire. — Dans la couche intermédiaire, Henle décrit, au voisinage de l'ora serrata, des *lacunes* spéciales, probablement *remplies de liquide*, qui, bien que non constantes, sont néanmoins trop fréquentes et trop régulières pour être considérées comme pathologiques. Je connais depuis longtemps ces lacunes, décrites par Blessig dès 1855 ; mais je n'ai pu jusqu'ici me résoudre à y voir des dispositions normales.

Au sujet du point d'immergence du nerf optique, voyez les recherches de H. Müller, instituées surtout au point de vue de l'ophthalmoscopie.

Relativement à la *tache jaune*, on devra surtout étudier avec soin le trajet oblique des fibres de la couche intermédiaire. Bergmann mentionne simplement le trajet oblique des fibres, qui, au centre de la fovea, se dirigent horizontalement vers la couche granuleuse interne, puis deviennent obliques, de telle façon que leurs extrémités internes sont plus distantes du centre de la fovea que les externes, et enfin se dressent complétement. H. Müller, qui, indépendamment de Bergmann, avait vu aussi ces fibres obliques (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII, p. 86), était d'abord disposé à admettre qu'elles sont une production cadavérique, déterminée par la grande extensibilité des fibres de cette couche au niveau de la tache jaune ; néanmoins il ne voulait point combattre l'idée qu'à un certain degré les fibres sont obliques normalement. Plus tard, ayant trouvé, chez le caméléon, les fibres extraordinairement obliques de la couche intermédiaire dans une grande portion de la rétine, il se rangea à l'opinion de Bergmann, sans rien dire de plus sur la rétine humaine. D'après M. Schultze, la direction oblique des fibres, qui commence au bord de la fovea centralis, s'étend, chez l'homme, à 2 millimètres sur une section méridienne, à 1, 5 sur une section équatoriale. Jusqu'ici j'ai vu ces fibres, que je connais depuis longtemps, comme Müller, mais que je croyais produites accidentellement, sous deux formes, tantôt telles que Bergmann les décrit, avec des fibres horizontales et obliques dans la couche intermédiaire, et tantôt disposées de façon que, dirigées en général dans un sens presque vertical, elles éprouvaient en un point déterminé une double inflexion presque à angle droit, si bien qu'une portion de la fibre était complétement horizontale. De cette circonstance que les portions horizontales de groupes entiers de fibres se trouvaient à la même hauteur, il résultait dans la couche fibreuse externe une étroite *bande fibreuse horizontale*, qui avait pour siége le milieu de la tache jaune, immédiatement contre la couche granuleuse *interne*, et qui, plus

en dehors, se rapprochait de plus en plus de la couche granuleuse externe, jusqu'à ce qu'enfin elle eût atteint la limite interne de cette dernière, le long de laquelle elle s'étendait encore quelque peu, pour faire place enfin aux fibres ordinaires. La même disposition des fibres est décrite par Henle et M. Schultze comme la seule existante; mais il faudra de nouvelles recherches pour déterminer ce qui, à cet égard, constitue véritablement la règle.

La limite entre le corps vitré et la rétine est formée, d'après Henle, par une *membrane unique*, la *limitante de l'hyaloïde* Henle, qui, chez les jeunes animaux, contiendrait des cellules à des distances régulières et considérables (dans un autre passage il est dit qu'elle présente des cellules à sa face interne), et qui parfois reste attachée au corps vitré sur une étendue plus ou moins grande. La limitante de l'hyaloïde n'est autre chose que ce que H. Müller et moi avons toujours décrit comme limitante de la rétine, et ce que je n'ai aucune raison de désigner autrement, attendu que cette membrane, qu'il y ait ou non une hyaloïde distincte, suit toujours, *non le corps vitré*, mais la *portion ciliaire de la rétine*, comme je l'ai déjà indiqué dans la 4e édition, p. 671, et qu'elle s'étend, par conséquent, jusque sur *les extrémités antérieures des procès ciliaires* et sur le bord de l'iris, laquelle portion de la limitante semble avoir été vue aussi par Henle (p. 674), qui l'explique par un second dédoublement antérieur de sa limitante hyaloïdienne. D'ailleurs, *outre la limitante, il y a une hyaloïde distincte*, et en cela M. Schultze est d'accord avec moi (*Anat. u. Phys. d. Retina*, p. 264) ; la zone de Zinn appartient exclusivement à cette dernière.

La question de savoir ce qui, dans la rétine, est de la substance conjonctive et ce qui fait partie des éléments nerveux, restera sans doute encore longtemps indécise ; il me suffira de rappeler que M. Schultze, incontestablement le plus heureux et le plus entendu des explorateurs de la rétine, qui compte les bâtonnets et les fibres de Müller qui en partent, ainsi que les cônes étroits de la tache jaune, parmi les éléments nerveux, déclarait encore, il y a peu d'années, que les cônes des autres régions de la rétine et même des portions externes de la tache jaune sont unis à des éléments celluleux, et aussi que la masse principale des fibres obliques de la tache jaune est de nature conjonctive; il suffit de ce fait pour montrer que les observateurs les plus récents n'ont guère été plus heureux que H. Müller et moi ne l'avions été dans nos premières recherches, et que, même de nos jours, on est encore loin d'avoir résolu le problème tout entier. Les difficultés des investigations sur la rétine tiennent à ce que la substance conjonctive simple, ayant la forme de réseaux de cellules délicates, qui s'y trouve, et les éléments nerveux se ressemblent si bien par leurs caractères anatomiques et chimiques, qu'il est presque impossible de décider, d'après les seuls caractères d'un élément isolé, fibre ou cellule, s'il est nerveux ou non. Ces difficultés sont encore aggravées par cette circonstance que manifestement les deux espèces d'éléments sont enchevêtrés et entrecroisés de la manière la plus intime, si bien que, lorsqu'on les fait durcir artificiellement, elles contractent facilement des adhérences, dont il est difficile de dire si elles sont naturelles ou accidentelles. Dans ces conditions, on ne saurait être trop circonspect, et l'on devra s'efforcer avant tout d'établir un certain nombre de faits fondamentaux. J'ai exposé succinctement dans les lignes ci-dessus ce qu'on peut dire à ce sujet, et je me permettrai seulement d'insister encore sur la grande importance que présente l'étude de la rétine au point de vue de l'anatomie comparée, étude qui, entre les mains de H. Müller et de M. Schultze, a déjà donné de si beaux résultats.

Relativement aux *fonctions* de la rétine, je me bornerai aux remarques suivantes, en renvoyant, pour plus de détails, à mon *Anat. microsc.*, II, 2, § 281. Après que H. Müller eut démontré que les bâtonnets et les cônes sont unis aux parties internes de la rétine, fait observé également par moi sur l'homme, nous exprimâmes tous deux, *simultanément* et *indépendamment* l'un de l'autre, l'avis que les éléments de la couche des bâtonnets sont les seules parties sensibles à la lumière; ils transmettent leurs états par l'intermédiaire des fibres de Müller, qui fonctionnent comme des conduc-

teurs, aux cellules nerveuses, qui doivent être considérées comme un ganglion étendu en membrane, constituant, très-vraisemblablement, l'organe central de la perception de la lumière. Cet organe central et le cerveau sont unis ensemble par un second système conducteur, les fibres optiques. Cette manière de voir est basée sur les rapports parfaitement constatés, dans la tache jaune, entre les éléments de la couche des bâtonnets et les cellules nerveuses, et sur le défaut d'une couche continue de fibres optiques à ce niveau; sur le défaut de sensibilité à la lumière au point d'immersion du nerf optique; sur l'impossibilité de placer dans les cellules nerveuses ou dans les couches granuleuses le siége de la perception de la lumière, attendu que, sur la tache jaune, en particulier, ces éléments forment plusieurs couches superposées; enfin, sur la coordination spéciale des bâtonnets et des cônes, et sur le rapport qui existe entre le volume de ces éléments et celui des plus petits objets visibles. H. Müller a fourni une excellente preuve de la justesse de cette manière de voir, en appréciant plus exactement les phénomènes qui se manifestent dans l'observation entoptique des vaisseaux rétiniens (*Würzb. Verh.*, t. V, p. 411). Tout récemment, Hensen et M. Schultze ont surtout approfondi les connexions physiologiques des éléments de la rétine. Je mentionnerai ici seulement l'hypothèse ingénieuse de M. Schultze, d'après laquelle les cônes seraient chargés de la perception des couleurs, les bâtonnets, des simples impressions de lumière. Dans cette hypothèse, M. Schultze trouve l'explication de ce fait que les cônes semblent unis à plusieurs fibres conductrices, et que, chez les oiseaux, ils renferment parfois des corpuscules colorés qui, comme Hensen l'a indiqué le premier, absorbent certains rayons lumineux qui ne doivent point être perçus. Pour les bâtonnets et les cônes, M. Schultze a développé cette idée, exprimée par moi antérieurement, qu'ils pourraient bien, malgré leur sensibilité à la lumière, constituer un appareil catoptrique dans le sens de Brücke (*Mikr. Anat.*, II, 2, p. 700), et c'est surtout le segment externe qu'il a considéré comme la portion catoptrique, sans se prononcer nettement sur la question de savoir si ce segment ne sert qu'à cet usage, ou s'il intervient également dans la sensation de lumière.

§ 220. **Du cristallin.** — Le *cristallin* (*lens crystallina*) est une masse parfaitement transparente, en connexion, par sa face postérieure, avec le corps vitré, et par son bord, avec la terminaison de l'hyaloïde ou zone de Zinn. Il présente à considérer le cristallin proprement dit et la capsule cristalline.

La *capsule cristalline* (*capsula lentis*) est composée de deux éléments: la *capsule proprement dite* et l'*épithélium*. La première est une membrane parfaitement homogène, hyaline, très-élastique, qui, formée comme d'une seule pièce, enveloppe de toute part le cristallin et le sépare des parties voisines. La capsule cristalline a 11 à 18 μ d'épaisseur dans sa moitié antérieure; derrière les insertions de la zone de Zinn, elle s'amincit brusquement et ne mesure plus que 4,5 à 1,8 μ. Elle se laisse facilement déchirer ou traverser par un instrument piquant ou tranchant; mais elle oppose aux instruments mousses une résistance notable. Quand on fait une ponction sur la capsule cristalline intacte, on voit la membrane se rétracter en vertu de son élasticité et souvent expulser le cristallin. Les caractères microchimiques de la capsule cristalline sont les mêmes que ceux des autres membranes hyalines; suivant Strahl (*Arch. f. phys. Heilk.*, 1852), cependant, elle se dissoudrait dans l'eau bouillante. — L'*épithélium* de la capsule cristalline tapisse la face *interne* de la membrane, celle qui touche au cris-

tallin ; il forme, *sur la moitié antérieure* de la capsule, une couche simple de belles cellules polygonales, qui ont 13 à 22 μ de largeur (32 μ, v. Becker), et renferment un noyau sphérique. Après la mort, les éléments de cet épithélium se dissocient très-rapidement, se gonflent en vésicules sphériques et transparentes, dont un grand nombre crèvent ; en même temps un peu d'humeur aqueuse pénètre dans l'intérieur de la capsule, et de là résulte ce qu'on a appelé l'*humeur de Morgagni*. Pendant la vie, cette humeur n'existe point, et l'épithélium est appliqué immédiatement sur le cristallin.

Le *cristallin proprement dit* se compose, dans toute son épaisseur, d'éléments allongés, aplatis, à six pans, de 5,5 à 11 μ de largeur, sur 2 à 4 μ d'épaisseur; ces éléments, qu'on connaît généralement sous le nom de *fibres du cristallin*, sont d'une transparence parfaite, mous, flexibles et notablement visqueux; en réalité, ce sont des *tubes creux*, à parois très-minces, qui renferment une substance transparente, visqueuse et de nature albumineuse ; pendant la dilacération, cette substance s'échappe de son enveloppe et forme des gouttelettes transparentes et irrégulières, qu'on rencontre toujours en grande quantité quand on examine les fibres superficielles du cristallin. Il serait donc plus convenable de donner le nom de *tubes* aux éléments du cristallin. Au point de vue *micro-chimique*, les tubes cristalliniens présentent cette particularité que toutes les substances qui coagulent l'albumine les rendent plus foncés et plus distincts; aussi tous ces réactifs, et notamment l'acide nitrique, l'alcool, la créosote et l'acide chromique, conviennent-ils parfaitement pour l'étude du cristallin. Les alcalis caustiques, au contraire, dissolvent rapidement les tubes du cristallin, que l'acide acétique altère aussi très-promptement. Dans les couches centrales du cristallin, composant ce qu'on appelle le *noyau du cristallin*, les fibres sont plus résistantes, plus étroites et plus foncées que dans les couches molles extérieures ; *elles cessent aussi d'y présenter une cavité visible*. Les tubes du cristallin s'unissent entre eux par simple juxtaposition; ils sont disposés de telle sorte que toujours leurs faces sont parallèles aux

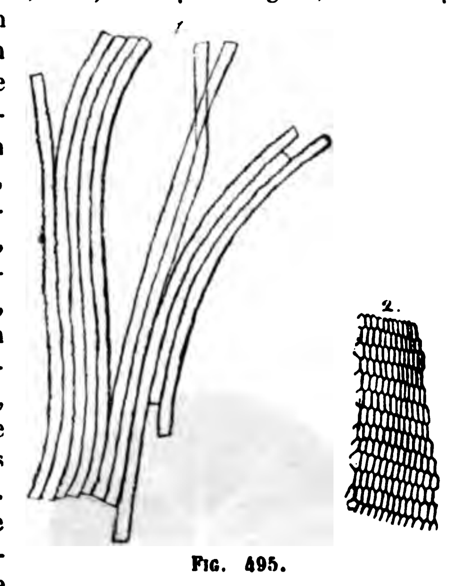


FIG. 495.

FIG. 495. — Tubes ou fibres du cristallin. — 1, chez le bœuf, avec des bords légèrement dentelés; 2, section transversale des tubes du cristallin de l'homme. Grossissement de 350 diamètres.

surfaces du cristallin, et que leurs bords tranchants remplissent les intervalles laissés par les tubes voisins; il résulte de là, ce que montre la fig. 495, 2, que dans l'épaisseur du cristallin, chaque tube est entouré de six autres, et qu'une section transversale des tubes donne l'apparence d'une mosaïque dont toutes les pièces seraient des hexagones. Les bords et les faces des tubes sont généralement un peu inégaux, quelquefois même dentelés; chez certains animaux, chez les poissons, entre autres, ces dentelures sont très-marquées. Il s'ensuit que les fibres sont unies plus solidement par leurs bords que par leurs faces et que le cristallin se divise plus facilement en lames parallèlement à ses faces, qu'en segments dans le sens de son épaisseur. C'est pourquoi l'on a considéré le cristallin comme formé de feuillets emboîtés les uns dans les autres, comme les couches d'un oignon; mais il ne faut pas oublier que ces feuillets n'ont absolument rien de régulier et sont toujours formés de plusieurs couches de fibres. Un fait plus important peut-être, au point de vue physiologique, c'est que les éléments du cristallin sont disposés avec la même régularité dans le sens de l'épaisseur de l'organe; de telle sorte que partout ils se recouvrent les uns les autres, et qu'on pourrait se représenter le cristallin comme formé d'une infinité de segments perpendiculaires à sa surface et dont la largeur serait celle d'une fibre du cristallin.

Les tubes qui composent chaque lame sont disposés de telle façon qu'ils partent tous du centre de la lame pour se rendre à son bord, en suivant la

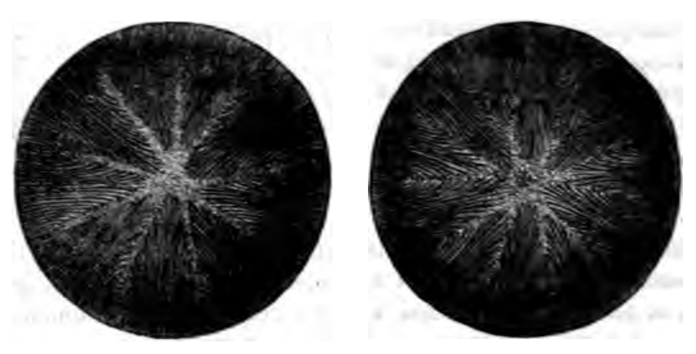


Fig. 496.

direction des rayons; arrivés au bord, ils se recourbent en anse pour gagner la face opposée. Aucune fibre, cependant, ne fait un demi-tour complet autour du cristallin, en allant, par exemple, du milieu de la face antérieure à celui de la face postérieure. En d'autres termes, les fibres du cristallin n'arrivent point jusqu'au centre des deux faces; elles se terminent à la périphérie d'une *sorte d'étoile* qui s'y voit. Chez le fœtus et le nouveau-né, chaque étoile du cristallin, facile à voir à l'œil nu, présente

Fig. 496. — Cristallin de l'adulte, d'après Arnold, pour montrer les étoiles. — 1, face antérieure; 2, face postérieure.

trois rayons, qui convergent régulièrement sous des angles de 120 degrés. Sur l'étoile antérieure, deux rayons sont tournés en bas et le troisième en haut; c'est le contraire pour l'étoile postérieure, qui semble, par conséquent, avoir subi une rotation de 60° autour de son axe. Or, les tubes qui partent du centre de l'étoile antérieure n'atteignent, sur la face postérieure, que les extrémités des trois rayons de l'étoile, et réciproquement, les fibres qui naissent du pôle postérieur s'arrêtent avant de toucher le pôle antérieur. Il en est de même des fibres situées entre celles que nous venons d'examiner : d'où il suit qu'aucune d'elles ne mesure deux fois le rayon, et que toutes les fibres d'une même couche présentent exactement la même longueur. Ce qui précède s'applique parfaitement au noyau d'un cristallin d'adulte; dans les couches superficielles, au contraire, les étoiles y paraissent plus compliquées et pourvues de 9 à 16 rayons de diverses longueurs, rarement réguliers, parmi lesquels on peut distinguer cependant des rayons principaux. Naturellement, le trajet des fibres devient par là plus compliqué, d'autant plus que, sur ces étoiles, les fibres qui viennent s'insérer des deux côtés d'un même rayon se recourbent en arc de cercle les uns vers les autres, de sorte que ces rayons sont comme pennés ou représentent des tourbillons (*vortices lentis*). Mais le trajet général des fibres est exactement le même que chez l'enfant, c'est-à-dire que là encore les deux étoiles ne se correspondent point et qu'aucune fibre ne va d'un pôle à l'autre. La substance des étoiles n'est point composée de tubes, elle est ou finement granulée, ou homogène; et comme les étoiles traversent toutes les couches, on voit qu'il existe dans chaque moitié du cristallin trois lames ou plus, perpendiculaires aux faces, et qui ne sont pas fibreuses (*central planes*, Bowman). Les tubes s'élargissent au voisinage des étoiles, mais ne se confondent point les uns avec les autres; ils se terminent par des renflements en massue ou en fuseau, très-variés de forme, et qui, vus de face, représentent souvent des polygones très-élégants (Voy. mon *Anat. micr.*, II, fig. 416, 417, 418).



FIG. 497.

Les tubes du cristallin sont quelquefois finement striés dans le sens de la longueur, parfois aussi en travers; mais ces stries ne sont dues ni à des fibres, ni à des cellules. Les fibres *superficielles* du cristallin présentent chacune, au voisinage de l'équateur de la lentille, *un beau noyau*, qui devient de plus en plus petit à mesure

FIG. 497. — Portion des couches superficielles du bord d'un cristallin humain. — *a*, groupe de fibres cristalliniennes avec des noyaux (zône des noyaux); *b*, fibre isolée avec son noyau; *c*, extrémités de ces fibres vers la face postérieure; *d*, séries apparentes de cellules polygonales touchant aux fibres, mais qui ne sont que les extrémités élargies de fibres plus profondes, dont l'une est à découvert en *e*. Grossissement de 350 diamètres.

qu'on examine des fibres plus profondément situées, et qui finit par disparaître complétement. Sur des tranches de cristallins desséchés, Thomas a observé deux ou trois systèmes de lignes concentriques, qui, d'après Czermak, peuvent être expliquées par l'arrangement régulier des fibres du cristallin (*l. i. c.*). — Les extrémités renflées des fibres du cristallin, souvent régulièrement hexaédriques (fig. 497), ou les traces qu'elles laissent sur la moitié postérieure de la capsule, ont quelquefois fait croire à l'existence d'un épithélium, comme cela est arrivé à Finkbeiner, Nunneley et Robin. Ici se rapporte également la fig. 529 de Henle, qui ne dit pas ce qu'il en pense. Je ne connais pas la couche de cellules qui, suivant Finkbeiner et Nunneley, existerait extérieurement sur la portion antérieure de la capsule et sur la zone de Zinn. — Entre les fibres du cristallin, v. Becker croit devoir admettre des *espaces interfibrillaires* spéciaux, dont il m'a été impossible de rien voir sur des cristallins frais, et que Hensen considère comme des productions artificielles. — Henle décrit, dans le *noyau* du cristallin, des fibres allant d'un pôle à l'autre, en suivant l'axe de l'organe.

§ 221. **Corps vitré.** — Le *corps vitré* (*corpus vitreum*) remplit complétement l'espace qui sépare le cristallin de la rétine. A l'exception du point d'entrée du nerf optique, où ils sont unis ensemble d'une manière assez intime, le corps vitré et la rétine sont simplement juxtaposés; les adhérences sont, au contraire, très-solides entre le corps vitré, d'une part, la couronne ciliaire et le cristallin de l'autre. La membrane d'enveloppe du corps vitré, ou *membrane hyaloïde*, très-mince, délicate, transparente et à peine reconnaissable au microscope dans toute sa portion qui est en arrière de l'*ora serrata*, qui mesure 4 µ d'épaisseur, suivant H. Müller, devient un peu plus épaisse dans sa partie antérieure (fig. 453, *t*), qui, sous le nom de *portion ciliaire de l'hyaloïde*, ou *zone de Zinn* (ligament suspenseur du cristallin, Bowman), s'étend jusqu'au bord du cristallin et se confond avec la capsule de cette lentille. Dans cette portion de son trajet, elle se divise en deux lames, l'une postérieure (*v*), qui se confond avec la capsule cristalline un peu en arrière du cristallin, mais peut néanmoins être démontrée dans toute l'étendue de la dépression qui loge le cristallin (Arlt, H. Müller); l'autre, antérieure (*u*), adhérente aux procès ciliaires, qui forme la zone de Zinn proprement dite et se fixe sur la capsule cristalline, un peu en avant de la circonférence du cristallin. Ces deux lames et le bord du cristallin circonscrivent un espace circulaire, de forme prismatique triangulaire, connu sous le nom de *canal de Petit*. Ce canal, qui contient un peu de sérosité transparente, est très-étroit pendant la vie, attendu que sa paroi antérieure ou la zone de Zinn, tant qu'elle est unie aux procès ciliaires, présente un nombre considérable de plis correspondant à celui des procès, qui viennent presque au contact de la paroi postérieure. Ces plis sont encore visibles là où la zone, abandonnant les procès ciliaires, passe sur le bord du cristallin, pour contribuer à former la paroi postérieure de la chambre postérieure de l'œil; aussi la zone de Zinn s'insère-t-elle sur la capsule cristalline, non suivant une ligne droite, mais suivant une ligne un peu onduleuse, en partie en avant, en partie en arrière de l'équateur du cristallin (Brücke, H. Müller). Suivant Finkbeiner, les fibres fines par lesquelles se termine ce feuillet peu-



vent être suivies, dans certains cas, sur toute l'étendue de la cristalloïde antérieure.

Les efforts que l'on a faits, dans ces derniers temps, pour déterminer la *véritable structure du corps vitré* nous font espérer qu'on a enfin approché de la vérité. Brücke avait admis que le corps vitré est composé de feuillets concentriques, analogues à ceux d'un oignon et séparés par un liquide gélatineux. Cette opinion a été réfutée par Bowman, qui a montré qu'une solution d'acétate de plomb, mise en usage par Brücke pour la démonstration de ces feuillets, donne l'apparence de couches superposées, non-seulement à partir de la surface du corps vitré, mais aussi à partir d'une surface de section quelconque, et que, par conséquent, l'existence de ces feuillets n'est nullement prouvée. Nous nous rangerons plus volontiers à l'opinion de Hannover, qui admet qu'il existe dans le corps vitré de l'homme (fig. 498, *A*), traité par l'acide chromique, une multitude de cloisons, étendues de la surface vers l'axe du corps vitré ; de sorte que, sur une coupe transversale, on verra une foule de lignes qui rayonnent autour du centre, et que le tout présente une certaine analogie avec une orange couchée. Chez les mammifères, Hannover a vu des feuillets superposés comme ceux d'un oignon (fig. 498, *B*) ; du moins, d'après Bowman (*Lectures*, p. 97, fig. 5), le corps vitré du nouveau-né, traité par l'acide chromique, présente-t-il exactement cet aspect alvéolaire. Mais il est à remarquer que, suivant le même auteur, la disposition est notablement différente dans l'œil de l'adulte, lequel, traité par l'acide chromique, présenterait extérieurement quelques feuillets, plus en dedans, des cloisons rayonnantes irrégulières, et enfin, au centre, une cavité irrégulière. Si l'on ajoute que les feuillets produits par l'acide chromique ne peuvent pas non plus être démontrés comme des membranes véritables, et que le corps vitré à l'état frais n'en présente aucune trace, on sera porté à ne pas donner une grande valeur aux aspects produits par ce second réactif.

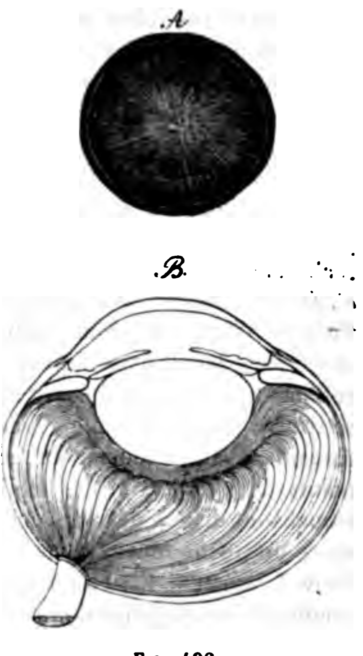


FIG. 498.

FIG. 498. — Segments du corps vitré durci dans l'acide chromique. A. Section transversale de l'œil humain, faite perpendiculairement à son axe ; on y voit les stries radiées du corps vitré.

B. Section d'un œil de cheval faite parallèlement à l'axe et dans un plan horizontal ; destinée à montrer les couches concentriques du corps vitré. — D'après Hannover.

Une idée plus exacte de la structure du corps vitré paraît découler de l'histoire du développement de cet organe. On sait depuis longtemps que, chez le fœtus, le corps vitré présente des vaisseaux dans son intérieur (les vaisseaux *superficiels* assez généralement admis jusqu'ici sont, d'après les recherches de H. Müller, les vaisseaux de la rétine en voie de développement), et l'on aurait pu conclure de là qu'il devait exister un tissu servant de support à ces vaisseaux; mais personne n'avait cherché à vérifier cette supposition en s'aidant du microscope. Bowman, le premier (*Lectures*, p. 97, fig. 7 et p. 100), annonça que le corps vitré du nouveau-né a une structure fibreuse spéciale et très-distincte, qu'il se compose d'un réseau très-serré de fibres qui. à leurs points de jonction, sont munies de corpuscules foncés, en forme de noyaux, d'où résulte une grande analogie d'aspect avec l'organe adamantin (c'est-à-dire le réseau de cellules du tissu gélatineux de celui-ci) du sac dentaire embryonnaire. Les résultats des recherches récentes de Virchow concordent assez bien avec ces données; d'après cet auteur, le corps vitré d'un embryon de porc long de 10,8 centimètres est formé d'une substance muqueuse homogène, légèrement striée par places, dans laquelle sont disséminées, à intervalles égaux, des cellules à noyau granulées et sphériques. A la périphérie du corps vitré, se trouve une membrane délicate, couverte de réseaux vasculaires très-élégants, et traversée par un lacis aréolaire de fibres, avec des noyaux aux points de jonction et des mailles remplies d'un mucus gélatineux, dans lequel sont disséminées des cellules arrondies. Cette disposition et la présence du même mucus dans le corps vitré de l'adulte ont déterminé Virchow à ranger le tissu du corps vitré de l'embryon dans la classe des tissus muqueux, auxquels j'ai donné le nom de *tissus conjonctifs gélatineux* (§ 23), et à admettre que, dans le cours du développement, sa structure se modifie de telle sorte que les cellules disparaissent et que la substance intercellulaire seule persiste. Quant à moi, je ne trouve autre chose, dans le corps vitré de l'embryon, chez l'homme et chez les animaux, ainsi que dans celui des jeunes sujets, qu'une substance fondamentale homogène et muqueuse, et, dans cette substance, des cellules à noyau arrondies ou oblongues, granulées, de 9 à 22 μ de diamètre et placées assez régulièrement à des intervalles de 22, 45 et même 68 μ. J'ai, il est vrai, rencontré aussi dans cet organe des cellules étoilées anastomosées, *mais seulement à la face externe de la membrane hyaloïde;* lorsque les vaisseaux sanguins de la face externe de l'hyaloïde, c'est-à-dire les vaisseaux de la rétine, d'après H. Müller, avaient commencé à charrier du sang, ces cellules avaient avec eux des connexions évidentes, et paraissaient être des capillaires en voie de formation. Quant aux membranes décrites par Hannover, le microscope ne m'en a jamais montré aucune trace certaine; or, je ne crains pas d'affirmer que ces membranes, si elles existaient, se reconnaîtraient sur des plis, tout aussi bien que l'hyaloïde elle-même, qui est excessivement fine. Dans le corps vitré de l'adulte, je n'ai retrouvé le plus souvent, de ces éléments primitifs, que la substance fondamentale homogène; les cellules avaient

disparu, et ce n'est que dans certains cas rares que j'en ai reconnu vaguement quelques-unes çà et là, notamment dans les parties voisines du cristallin et de la membrane hyaloïde en général. — Je tire de là cette conclusion que le corps vitré présente, à la vérité, dans les premiers temps de la vie, une structure qui rappelle en quelque sorte celle du tissu cellulaire embryonnaire, mais que, dans la suite, toute trace de structure disparaît, au moins dans les couches internes du corps vitré, qui alors n'est formé que d'un mucus plus ou moins consistant (voy. § 23).

Zone de Zinn. — Au niveau de l'ora serrata, la membrane hyaloïde contracte des rapports très-intimes avec la rétine, et celle-ci avec la choroïde; de sorte qu'il n'est pas difficile de déterminer les véritables connexions de la zone de Zinn. Abstraction faite de la portion ciliaire de la rétine, qui a été décrite plus haut, la zone de Zinn est formée par une membrane transparente, mince, mais assez résistante, qui, de l'*ora serrata de la rétine*, s'étend jusqu'au bord du cristallin et paraît être la continuation de l'hyaloïde. Cette membrane se compose de fibres spéciales, pâles, qui ont été parfaitement décrites par Henle, et qui rappellent certaines formes du tissu conjonctif, mais qui sont plus rigides, présentent rarement des fibrilles distinctes et se gonflent moins dans l'acide acétique. Ces fibres naissent un peu en arrière de l'*ora serrata retinæ*, sur la face externe de l'hyaloïde, *mais en parfaite continuité avec cette membrane;* très-fines à ce niveau et semblables à des fibrilles de tissu conjonctif, elles se dirigent parallèlement d'arrière en avant, en se renforçant progressivement (jusqu'à 9 et même 22 μ et plus) et en formant une couche d'abord lâche, puis de plus en plus serrée, jusqu'à la partie libre de la zone, où cette couche est continue, bien que quelques faisceaux puissent encore être isolés; elles se confondent, enfin, avec la capsule du cristallin. Dans ce trajet, les fibres se bifurquent et s'anastomosent fréquemment entre elles. De l'*ora serrata* à l'origine du canal de Petit, il n'est plus possible de distinguer une hyaloïde à côté des fibres de la zone. Mais au niveau de ce canal, où la masse du corps vitré s'écarte de la couche fibreuse, on retrouve une membrane très-ténue, servant d'enveloppe à ce dernier; cette membrane, qui forme la paroi postérieure du canal de Petit, ne va pas au delà de la circonférence du cristallin; à ce niveau, elle disparaît comme feuillet distinct, attendu que le corps vitré s'unit intimement à la capsule cristalline postérieure.

Parmi les observateurs les plus récents, Finkbeiner s'est rangé à peu près à l'opinion de Hannover, tandis que Doncan se rapproche davantage de Virchow et de moi. Le premier de ces anatomistes, qui s'est servi du sublimé pour durcir le corps vitré, a trouvé, chez l'homme, cet organe constitué comme le décrit Hannover; chez les mammifères, au contraire, il n'a pu trouver que 7 à 12 sacs emboîtés les uns dans les autres, et non le grand nombre qu'indique Hannover. En procédant avec précaution, on peut, après avoir fendu l'hyaloïde, ouvrir successivement ces différents sacs. Le plus interne contient un espace plus vaste, rempli d'humeur vitrée, espace traversé par le canal hyaloïdien (c'est-à-dire par l'artère hyaloïdienne devenue imperméable) aux parois duquel se fixent les sacs. La membrane hyaloïde se compose, d'après Finkbeiner, de fibrilles très-fines et d'un épithélium qui, au voisinage du nerf

optique, serait formé de grosses cellules, et c'est ainsi également que les membranes seraient composées de fibres fines à l'intérieur et tapissées de petites cellules épithéliales. — Je n'ai encore rien vu de cet épithélium, que Ritter dit cependant avoir constaté dernièrement. Mais une circonstance qui n'est pas précisément de nature à inspirer une grande confiance, c'est de voir Finkbeiner ranger les cellules de la portion ciliaire de la rétine avec l'épithélium du corps vitré.

Doncan insiste surtout sur ce fait bien connu que lorsqu'on divise le corps vitré, il s'en écoule du liquide, tandis qu'il reste quelque chose de plus dense ; il croit que l'opinion de Virchow et de moi ne suffit pas à l'expliquer. Quant aux détails, Doncan a trouvé sur le corps vitré : 1° les cellules dont il a été question plus haut ; 2° des fibres fines garnies irrégulièrement, çà et là, de granulations ; 3° quelques amas de granulations de diverses grosseurs ; 4° des lambeaux membraneux plissés, dans les portions antérieures de l'organe. Doncan n'a rien vu des membranes de Hannover, ni sur le corps vitré frais, ni après l'avoir traité par l'acétate de plomb ou l'acide chromique. Les fragments traités par l'acide chromique présenteraient cependant des stries rayonnées, au sujet desquelles Doncan laisse indécise la question de savoir si elles sont l'indice de la division du corps vitré en couches déterminées, ou si elles sont produites artificiellement. En outre, Doncan fait remarquer que le précipité de bleu de Prusse colore la membrane hyaloïde, mais non les membranes qui existeraient dans son intérieur, et que la manière dont se meuvent les mouches volantes est en opposition avec la texture annoncée par Hannover. D'autre part, cependant, et pour le même motif, il est disposé à admettre dans le corps vitré des espaces déterminés, remplis de liquide, bien qu'il ne soit pas en état de les démontrer. A en juger par le mouvement des mouches volantes, ces espaces devraient, dans la portion postérieure de l'organe, s'étendre surtout dans le sens vertical, jusqu'à 3 millimètres; ils affecteraient dans la portion antérieure la direction transversale. Dans l'axe visuel, il y aurait sans doute des obstacles inconnus (l'artère hyaloïdienne atrophiée ? K.) empêchant les corpuscules de se porter d'avant en arrière et de droite à gauche.

Au voisinage de l'insertion du nerf optique, H. Müller a trouvé, dans l'hyaloïde, un réseau un peu noueux, avec quelques noyaux, probablement un vestige des vaisseaux des fœtus, qui se voit également dans les yeux d'animaux, près de l'artère hyaloïdienne atrophiée. Récemment Klebs a décrit quelque chose d'analogue.

ANNEXE

ORGANES ACCESSOIRES DE L'ŒIL.

§ 222. **Paupières.** — Le squelette des paupières est formé par les *cartilages palpébraux* ou *cartilages tarses*, deux lames minces, semi-lunaires, flexibles, mais assez élastiques, fixées en dedans et en dehors par des ligaments fibreux appelés *ligaments tarses*, et dont la structure est celle du tissu conjonctif figuré, renfermant çà et là un certain nombre de petites cellules de cartilage. Ces lames, dont les fibres affectent, en général, un trajet parallèle au bord des paupières, ont 0mm,7 à 0mm,9 d'épaisseur et sont recouvertes, en dehors, par le *muscle orbiculaire des paupières* et par la *peau*, en dedans par la *conjonctive*. La peau des paupières est très-mince (0mm,45 à 0mm,28 d'épaisseur); son tissu sous-cutané, lâche et dépourvu de graisse ; son épiderme, délicat et de 124 μ d'épaisseur ; elle porte de courtes papilles (de 40 à 50 μ de hauteur) et présente, dans toute son

étendue, de petites glandes sudoripares (de 0^{mm},2 à 0^{mm},3), et presque toujours une foule de poils très-fins (souvent, pour ne pas dire toujours, sans follicules sébacés adjacents). Au bord des paupières, les poils prennent un grand développement et forment les *cils*, qui sont entourés de petites glandes sébacées. Les *glandes de Meibomius*, au nombre de 20 à 40, ressemblent parfaitement aux follicules sébacés, quant à la structure et au produit de secrétion; elles en diffèrent, cependant, un peu pour la forme : ce sont de petites grappes allongées, blanchâtres, étendues parallèlement les unes aux autres dans l'épaisseur des cartilages tarses, perpendiculairement à la direction de leur bord. Ces glandes, qui se voient sans aucune préparation sur les paupières renversées, n'occupent pas toute la hauteur des cartilages. Chacune d'elles présente un conduit excréteur rectiligne, de 90 à 110 μ de largeur; à sa terminaison sur l'angle postérieur du bord libre des paupières, ce canal est encore tapissé d'un épiderme ordinaire, formé d'une couche cornée et d'une couche muqueuse; plus profondément, l'épithélium est le même que celui des glandes sébacées. Sur toute sa longueur, le canal est garni de vésicules glandulaires sphériques ou piriformes, supportées par un court pédicule, isolées ou réunies en groupes. Dans ces vésicules, qui ont 90 à 150 et même 220 μ de diamètre, se fait une production incessante de cellules adipeuses sphériques, de 11 à 22 μ de diamètre, absolument comme dans les follicules sébacés dont nous avons parlé dans le paragraphe 70. Les cellules des glandes de Meibomius présentent cependant cette particularité que les molécules graisseuses y restent isolées et ne sont jamais réunies en gouttes d'un certain volume. A mesure qu'elles cheminent vers le conduit excréteur, elles se détruisent peu à peu, en donnant naissance à une humeur blanchâtre, formée de gouttelettes graisseuses, et qui porte le nom de *chassie* (*lema s. sebum palpebrale*). — Le muscle *orbiculaire des paupières*, situé immédiatement au-dessous de la peau, est composé de fibres striées, mais qui sont plus pâles et plus fines que les fibres musculaires ordinaires ; sa portion profonde est séparée du cartilage tarse par une couche du tissu conjonctif lâche, contenant un peu de graisse, de sorte que le muscle est soulevé avec la peau quand on saisit un pli de cette dernière. Ce n'est que vers le bord libre des paupières que le muscle adhère plus fortement aux cartilages; là aussi se rencontre un faisceau spécial, séparé du reste par les follicules des cils: c'est ce que Riolan avait appelé le *muscle ciliaire*, dont quelques faisceaux peuvent même se trouver derrière les conduits excréteurs des glandes de Meibomius (Löwig, Moll, Albini). H. Müller a découvert qu'il existe aussi, dans les paupières de l'homme et des mammifères, des couches membraneuses de *fibres musculaires lisses*, auxquelles il a donné le nom de *muscle palpébral supérieur et inférieur*. Le premier naît à la face inférieure de l'élévateur de la paupière, avec lequel il se continue, et s'étend, immédiatement sous la conjonctive, jusqu'au voisinage du bord supérieur du cartilage tarse. Le second naît du tissu conjonctif qui entoure l'oblique inférieur et s'étend également jusqu'auprès du bord du tarse inférieur. Les deux couches

musculeuses sont traversées par beaucoup de tissu adipeux, et présentent des faisceaux musculaires disposés en forme de réseau.

La *conjonctive* est une membrane muqueuse, qui commence au bord libre des paupières, où elle se continue directement avec la peau, tapisse la face interne des paupières, puis se réfléchit sur le globe oculaire, pour couvrir la partie antérieure de la sclérotique, ainsi que toute la cornée. La *conjonctive palpébrale* est une pellicule rougeâtre, de 0^{mm},26 à 0^{mm},35 d'épaisseur, qui adhère intimement avec la face postérieure des cartilages tarses; elle est composée d'une couche serrée de tissu conjonctif, de 20 à 24 d'épaisseur, avec de nombreux corpuscules lymphoïdes dans son épaisseur, couche qui correspond au derme, et d'un épithélium stratifié, dont l'épaisseur est de 90 μ, et qui est formé de cellules allongées dans la profondeur, de cellules à noyaux aplaties et polygonales à la superficie; autant que j'ai pu voir, ces cellules ne sont point vibratiles chez l'homme. On trouve aussi, sur la conjonctive, des *papilles* analogues à celles de la peau; les unes sont petites et cylindriques, les autres plus grosses, en forme de verrue ou de champignon et atteignant jusqu'à 0^{mm},22 de hauteur; ces dernières s'observent surtout vers le point où la membrane se réfléchit, en devenant plus épaisse, d'une manière générale. Je n'ai pu voir les *glandes utriculaires* décrites par Henle (*Splanchn.*, fig. 545) à ce niveau. Luschka (*Anat.*, VI, 369, fig. LXX) est porté à les considérer comme des fentes entre les papilles libres. C. Krause, Sappey et W. Krause ont décrit de petites glandes muqueuses en grappe, de 0^{mm},22 à 0^{mm},67 de diamètre, qui existeraient dans le fond du cul-de-sac conjonctival; d'après W. Krause, ces glandules seraient au nombre de 42 environ à la paupière supérieure, de 2 à 6 seulement à la paupière inférieure. La *conjonctive scléroticale* est blanche, moins serrée et moins épaisse que celle des paupières; elle contient également des cellules, est assez riche en fibres élastiques fines, et se trouve unie à la sclérotique par un tissu sous-muqueux abondant et lâche, dans lequel sont déposées plus ou moins de cellules adipeuses, et qui lui permet des mouvements étendus. Elle est dépourvue de papilles, si ce n'est aux points où elle se réfléchit; mais l'épithélium y est très-développé, ainsi que sur la conjonctive cornéenne. Au-dessous de l'épithélium, il n'est pas rare de rencontrer une couche complétement amorphe, formant la portion la plus superficielle du derme muqueux. Au bord de la cornée, la conjonctive scléroticale forme, chez les vieillards surtout, une légère saillie annulaire, de 1-2 millimètres de largeur, qui empiète un peu sur la cornée, particulièrement en haut et en bas: c'est ce qu'on appelle l'*anneau conjonctival*. Nous avons déjà parlé de la conjonctive cornéenne; il ne nous reste plus qu'à dire un mot du *pli semi-lunaire*, ou de la troisième paupière qu'on rencontre à l'angle interne de l'œil: c'est un simple repli de la conjonctive scléroticale, qui présente, en avant, une petite proéminence, la *caroncule lacrymale*, renfermant environ une douzaine de petits follicules pileux, avec autant de glandes sébacées de 0^{mm},45 à 0^{mm},56 de diamètre, qui forment autour d'eux une sorte de couronne; le tout

est entouré de nombreuses cellules adipeuses. Dans cette région également, H. Müller a trouvé quelques faisceaux de fibres musculaires lisses, qu'il considère comme un vestige de la membrane clignotante des animaux.

L'appareil lacrymal comprend : 1° les *glandes lacrymales*, glandes en grappe composées, présentant différents volumes et divisées en deux groupes, appelés *glande lacrymale supérieure* et *glande lacrymale inférieure ;* leurs lobules de divers ordres, ainsi que leurs vésicules glandulaires, qui ont 45 à 90 μ de diamètre, ressemblent parfaitement à ceux des glandes salivaires (§§ 130, 131). Leurs conduits excréteurs perforent, au nombre de 6 à 12, le cul-de-sac conjonctival supérieur dans sa portion externe : ce sont des canalicules extrêmement fins, formés de tissu conjonctif avec quelques noyaux, et de fibrilles élastiques, et tapissés d'un épithélium cylindrique. Ces canaux sont très-difficiles à démontrer chez l'homme ; chez les animaux, au contraire (chez le bœuf, par exemple), leur préparation est très-facile. — La *structure des canaux excréteurs* des larmes n'est pas moins simple que celle des conduits excréteurs des glandes lacrymales; ces canaux sont formés simplement d'un *tissu conjonctif* serré, parcouru par de nombreux réseaux de fibres élastiques, surtout dans les canaux lacrymaux. Ce tissu se continue avec la muqueuse nasale et la conjonctive; il est recouvert par un *épithélium* pavimenteux et stratifié dans les *canaux lacrymaux,* comme sur la conjonctive (de $0^{mm},10$ à $0^{mm},15$ d'épaisseur, Henle), vibratile dans le sac lacrymal et le canal nasal, comme dans les fosses nasales, de 50 μ d'épaisseur (Henle), et qui, en bas, se change en un épithélium pavimenteux stratifié. — A l'extrémité inférieure du conduit lacrymal, Maier a trouvé un tissu caverneux analogue à celui que j'ai constaté autrefois sur le cornet inférieur ; Stellwag v. Carion et Henle ont confirmé ce fait. Les muscles moteurs de l'œil et des paupières, ainsi que le muscle de Horner, sont tous formés de fibres musculaires striées ; ils ne diffèrent en rien, non plus que leurs tendons, de ceux du tronc et des membres. La *capsule de Ténon* a été comparée par Linhart à une bourse muqueuse, attendu que, suivant cet auteur, elle présente des régions où elle n'est point fixée à la sclérotique, et présente une surface tout à fait lisse et un épithélium pavimenteux. Quant à la poulie du grand oblique, elle est composée essentiellement d'un tissu conjonctif très-serré, dans lequel on trouve très-peu de cellules cartilagineuses. Le *muscle orbitaire* des mammifères, qui, d'après la découverte de H. Müller, est un muscle lisse, se trouve aussi à l'état de vestige, suivant cet anatomiste, chez l'homme, et cela dans la fente orbitaire inférieure, sous la forme d'un pont membraneux, et aussi à la paroi supérieure de l'orbite (v. aussi Harling, *l. c.*).

Les *vaisseaux* des organes décrits dans ce paragraphe présentent peu de particularités dignes d'attention. Abstraction faite de la peau et des muscles, les plus nombreux sont ceux de la conjonctive palpébrale, destinés principalement aux papilles, dans lesquelles la branche descendante de l'anse vasculaire, d'après Hyrtl, dépasse l'autre du double, et ceux des

glandes lacrymales et de la caroncule lacrymale. La conjonctive scléroticale est également très-vasculaire ; les glandes de Meibomius sont entourées d'un certain nombre de vaisseaux placés dans l'épaisseur des cartilages tarses. Arnold n'a trouvé de *vaisseaux lymphatiques* que dans la conjonctive scléroticale, où Teichmann a démontré également, plus tard, leur existence; ils forment un réseau, serré au bord de la cornée, plus lâche en dehors, donnant naissance à plusieurs troncs efférents; nous ne parlons point, bien entendu, des lymphatiques de la peau. Relativement aux *lymphatiques de la cornée*, je dois ajouter que du réseau fin de la conjonctive qui se trouve au bord de cette membrane, Teichmann a pu suivre quelques rameaux isolés jusqu'à $0^{mm},1$ vers le centre de la cornée, et que ces vaisseaux semblent être les mêmes que ceux que j'ai découverts chez le chat (voy. plus haut). Dans l'épaisseur de la cornée, Teichmann a injecté des espaces ayant la forme de vaisseaux, mais dont la communication avec les lymphatiques n'a pu être démontrée. Les *nerfs* des paupières et de la conjonctive en général sont assez nombreux ; ce n'est cependant que dans cette dernière membrane qu'on a étudié leur mode de terminaison. J'ai observé là, chez l'homme, des réseaux terminaux analogues à ceux qu'on trouve dans la peau ; ces réseaux, qui s'étendent jusqu'à la cornée, sont formés de tubes larges de 2 à 12 μ, souvent bifurqués, et montrent fréquemment des anses et des extrémités libres. Dans un cas, j'ai rencontré, en outre, près de la conjonctive palpébrale, des pelotons nerveux spéciaux, de 45 à 52 μ de diamètre, dans lesquels il y avait généralement un rameau afférent et 2 à 4 rameaux efférents (voy. mon *Anat. microsc.*, II, 1, p. 31, fig. 13, A, 3). Pour ce qui est des bulbes terminaux trouvés ici par Krause, voy. § 42.

Dans la conjonctive oculaire, sur le bord de la cornée, Meissner a découvert, chez le veau, des *glandes en glumérule* analogues aux glandes sudoripares, et Manz, chez le porc, des glandes utriculaires simples ; mais ce dernier observateur n'est pas parvenu à en trouver de semblables chez l'homme. Ces glandes de Manz ont été constatées également par W. Krause, qui ne les retrouva pas davantage chez l'homme, ainsi que par Stromeyer et par Kleinschmidt. Stromeyer les a observées, non-seulement chez d'autres mammifères encore (cheval, chevreuil, renard, mouton), mais aussi chez l'homme, et cela dans toutes les parties de la conjonctive, sous la forme de petites poches arrondies ou ovoïdes, à large ouverture, qui peuvent devenir tellement grosses qu'elles sont visibles à l'œil nu. Kleinschmidt, au contraire, ne trouva pas ces glandes chez l'homme, et Henle ne vit qu'une seule fois quelque chose d'analogue vers le cul-de-sac des paupières inférieures.

En outre, on a attiré l'attention, dans ces derniers temps, sur l'existence dans la conjonctive palpébrale de *glandes folliculeuses* analogues aux glandes solitaires et aux glandes de Peyer de l'intestin : j'appellerai ces glandes *follicules de Bruch*, du nom de l'anatomiste qui les a le premier observées. Il y a des années que Bruch rencontra une de ces glandes folliculeuses composées dans la paupière inférieure du bœuf, et, plus tard, Stromeyer découvrit des formations analogues dans les paupières et dans la membrane clignotante d'une foule de mammifères. Stromeyer voulut y voir des productions pathologiques, et rappela que les altérations résultent, chez l'homme, des inflammations trachomateuses de l'œil ; mais, à cet égard, il fut combattu par W. Krause, qui démontra que ces glandules existent normalement, et qui les désigna

sous le nom de *follicules lymphatiques* de la conjonctive. Cette manière de voir est incontestablement conforme à la réalité; aussi le nom de *glandes trachomateuses*, employé par Henle dans le sens de Stromeyer, me paraît-il destiné à un faible avenir. Chez l'homme, du reste, ces formations, bien qu'existant également dans les paupières, d'après W. Krause, sont cependant en petit nombre, peu développées, et ne dépassent pas $0^{mm},45$. A côté d'elles se trouvent, d'après W. Krause, des régions de la conjonctive, sans limite précise, présentant le même tissu (substance conjonctive cytogène) que l'intérieur des follicules de Bruch, particularité qu'on a observée également sur les animaux.

§ 223. **Considérations physiologiques.** — Le *développement histologique* de l'œil présente les particularités suivantes. Dans les premiers temps, les

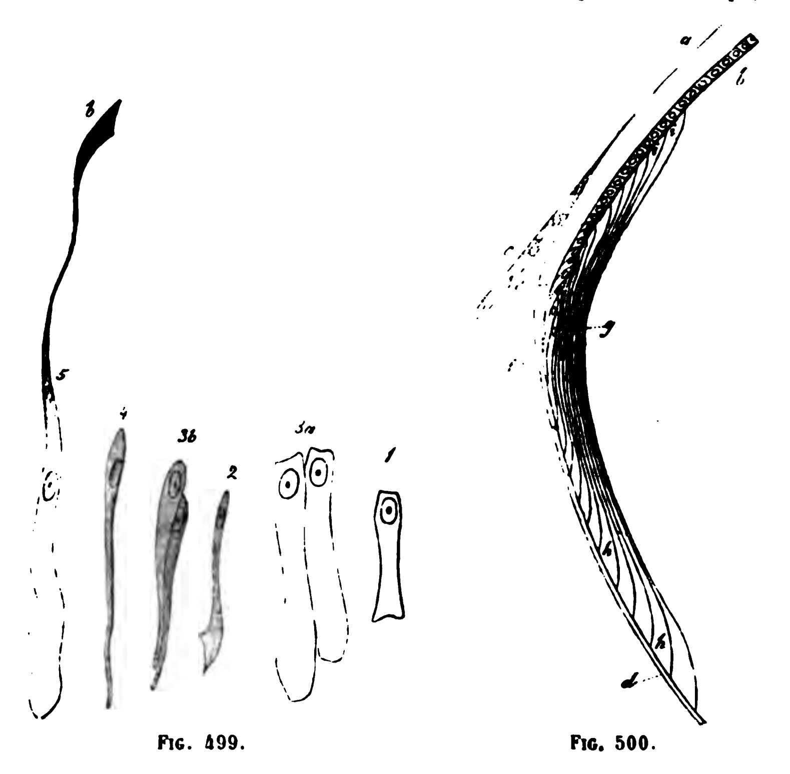


Fig. 499. Fig. 500.

Fig. 499. — Fibres d'un cristallin d'adulte, en voie de développement. Grossissement de 350 diamètres. — 1. Fibre très-jeune, vue de face, avec son noyau à son extrémité antérieure. — 2. Fibre un peu plus longue, vue de profil. — 3 *a*. Fibres encore plus longues, vues de face. — 3 *b*. Fibres analogues, vues de profil. Toutes ces fibres n'ont pas atteint leur développement complet à leur partie antérieure. — 4. Fibre qui commence à se développer en avant. — 5. Fibre déjà assez longue, dont les deux extrémités se sont allongées. *a*. extrémité postérieure; *b*, extrémité antérieure.

Fig. 500. — Bord du cristallin, destiné à faire comprendre le développement des fibres du cristallin. Figure demi-schématique. — *a*, paroi antérieure de la capsule cristalline; *b*, épithélium de cette paroi; *c*, zone de Zinn; *d*, paroi postérieure de la capsule, sans épithélium; *e*, cellules épithéliales en voie de développement; *f*, cellule qui s'allonge aussi en avant; *g*, zone des noyaux des fibres cristallines plus développées; *h*, extrémité postérieure élargie de ces fibres; *i*, leur extrémité antérieure.

l'iris, on pourra étudier en même temps les connexions qui relient entre elles ces diverses membranes. Les corpuscules cornéens se voient très-bien sur des sections parallèles ou perpendiculaires à la surface de la cornée qu'on a traitées par l'acide acétique, mais surtout après addition de nitrate d'argent, d'après le procédé de His, ou de chlorure d'or; mais on les reconnaît aussi sur des cornées fraîches (His) ou qui ont séjourné quelque temps dans la chambre humide (Kühne, v. Recklinghausen, Engelmann) (V. plus haut). Pour voir les *nerfs et les vaisseaux de la cornée*, on enlève, sur un œil frais, la cornée et une portion de la sclérotique par une section circulaire; on divise le tout en trois ou quatre segments, qu'on étale aussi bien que possible sur une lame de verre; on peut, dans ce but, faire de petites incisions au bord sclérotical. On humecte ensuite la préparation avec de l'humeur aqueuse et on la couvre d'une lamelle de verre. Au moyen d'un faible grossissement, on cherche alors à reconnaître, sur le bord de la cornée, les filets nerveux, en général encore composés de tubes à contours foncés; puis on les suit avec des grossissements plus forts. Ces nerfs se voient très-bien sur des yeux de lapin, où leurs troncs se reconnaissent encore à l'œil nu; sur tous les animaux, du reste, ils sont faciles à découvrir, mais difficiles à suivre vers la partie moyenne de la cornée. Si l'épithélium est devenu trouble, il faut s'en débarrasser par un peu de soude, réactif qui, au commencement, n'altère point les nerfs. Pour suivre les plus fines ramifications des nerfs, on peut se servir d'acide acétique très-étendu, comme il a été dit à l'occasion des nerfs des muscles (Sämisch); ce réactif permet de voir facilement les rameaux perforants (moi), mais non les extrémités des nerfs dans l'épithélium, lesquelles sont mises parfaitement en évidence au moyen du chlorure d'or, par la méthode de Cohnheim. Je plonge la cornée pendant trois quarts d'heure à une heure dans une solution contenant 1/4-1/2 p. 0/0 de ce sel et tenu dans l'obscurité, puis je l'expose à la lumière en la plaçant dans l'eau distillée. Quand elle est devenue violette, ce qui, généralement, demande un à deux jours, les nerfs sont colorés et il est bon de procéder immédiatement à l'examen, puisque plus tard les corpuscules de tissu conjonctif et l'épithélium se colorent également. Comme les cornées traitées de cette façon se coupent facilement, l'examen est très-facile; mais pour faciliter la manipulation on fera bien aussi d'envelopper les cornées épaisses dans de la paraffine. Cohnheim recommande d'aciduler légèrement, avec de l'acide acétique, la solution de chlorure d'or et plus tard l'eau; peut-être cela explique-t-il pourquoi il a trouvé l'épithélium moins souvent coloré que moi. Pour rendre l'épithélium transparent, Cohnheim se sert encore de la glycérine. Du reste, les nerfs de la cornée peuvent être vus *dans toutes leurs parties*, comme Th.-W. Engelmann l'a découvert, sur la cornée fraîche de la grenouille, humectée d'humeur aqueuse et abritée contre l'évaporation; ce procédé offre incontestablement les meilleures garanties pour certains détails. Les *vaisseaux*, en général, contiennent encore du sang et ne présentent aucune difficulté. L'épithélium de la cornée se voit très-bien de face, sur des coupes de pièces sèches, ou sur des portions enlevées par le raclage. En le traitant par la potasse caustique à 35 p. 0/0, on y découvre des cellules à noyaux multiples, présentant tous les signes d'une multiplication par scission (Schneider). La membrane de Demours est très-nette sur des coupes; quelquefois elle est encore couverte de son épithélium; sinon, on peut étudier ce dernier de face et sur des lambeaux détachés de la membrane. La continuité de la membrane de Demours avec le ligament pectiné de l'iris se reconnaît sur des coupes et dans une dissection minutieuse; en enlevant l'iris et la choroïde, il faut en même temps détacher soigneusement la paroi interne du canal de Schlemm, et chercher à séparer, à partir de ce canal, des portions de la membrane de Demours, ce qui souvent réussit très-bien. L'*uvée* présente peu de difficultés. Les cellules pigmentaires du stroma, avec leurs prolongements, et le pigment interne se voient aisément, ce dernier sur le bord des plis ou sur des fragments détachés avec soin. L'étude du muscle ciliaire ne peut être faite que sur des yeux frais, car les éléments qui le composent s'altèrent rapidement. Les fibres musculaires de l'iris devront être étudiées de préférence sur des yeux bleus, des yeux

d'enfant surtout, dont on enlèvera le pigment postérieur, ou sur des yeux de lapin albinos, où le sphincter de la pupille est visible sans autre préparation qu'une addition d'un peu d'acide acétique. Pour voir les nerfs de l'iris, on emploiera le même procédé ; mais il faut, de toute nécessité, avoir un œil très-frais et le traiter par la soude étendue, pour les grosses ramifications, et par l'acide acétique étendu, pour les terminaisons. Dans beaucoup de recherches sur l'uvée, il est bon de blanchir cette membrane à l'eau chlorée, d'après le procédé de v. Wittich (voy. *Arch. f. Ophthalm.*, II, 1, p. 125). La *rétine* doit être examinée à l'état frais, de face, sur des coupes verticales et sur le bord des plis, humectée avec de l'humeur aqueuse et non recouverte d'une lame de verre, ou légèrement comprimée et dilacérée. L'acide chromique est ici d'une grande utilité ; les bâtonnets, il est vrai, s'y altèrent quelquefois, mais non toujours, et les autres parties de la rétine s'y conservent parfaitement. Sans ce réactif, que Hannover a déclaré à tort impropre à l'étude de la rétine, à cause de son action sur les bâtonnets, ni Müller, ni moi, ne serions arrivés aux résultats que nous avons mentionnés plus haut. La meilleure manière de procéder consiste à traiter immédiatement par l'acide chromique une rétine fraîche, et de suivre pas à pas la marche des modifications qu'amène le réactif. Quand ce dernier est très-étendu, il altère très-peu les éléments de la rétine, qu'il est alors très-facile d'isoler ; lorsqu'il a un certain degré de concentration, il permet de pratiquer sur la rétine des coupes, sans lesquelles il est impossible de se faire une idée exacte de l'ensemble de cette membrane. Pour les confectionner, je place sur le porte-objet du microscope un petit fragment de rétine, auquel j'ajoute assez peu d'acide chromique pour qu'il s'étale complétement à plat, sans flotter. Ensuite, avec un bistouri convexe bien tranchant, ou avec un rasoir, après avoir égalisé une surface, j'enlève, par simple pression de haut en bas, une tranche aussi mince que possible ; un peu d'exercice rend cette opération facile. Il est bon, cependant, de guider le bistouri qui coupe, avec le manche d'un scalpel placé au-dessous de lui et tenu de la main gauche, de manière à le porter exactement au bord de la rétine. Ces coupes devront être faites surtout dans la région de la tache jaune, dans le sens longitudinal ou transversal. Pour être bonnes, elles ne devront être composées que d'un petit nombre de couches d'éléments. Après qu'elles auront servi à étudier les différentes couches de la rétine, qui sont nettement délimitées, on pourra les dilacérer, ou les rendre plus transparentes à l'aide de la soude ; ce dernier moyen, cependant, n'est pas d'une grande utilité, puisque les éléments deviennent très-pâles. Dans ces dernières années, M. Schultze a recommandé l'acide hyperosmique, dans lequel toutes les couches se colorent en noir, mais de telle sorte que, chez les grenouilles et les poissons, les segments externes des bâtonnets prennent la teinte la plus foncée, fait qui se produit également, mais non toujours, chez les mammifères, tandis que constamment la limite entre les deux segments devient très-nette. Ce réactif a l'avantage de durcir plus tardivement la substance conjonctive que les parties nerveuses, et de ne produire de coagulations granuleuses ni dans les éléments, ni dans leurs intervalles. Une solution de $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ p. 0/0 agit dans l'espace de 12 à 24 heures, de façon à permettre d'isoler facilement les éléments ; à $\frac{1}{4}$ — 1 p. 0/0, le durcissement est plus grand, même au bout d'une demi-heure, et la rétine peut alors être divisée en minces lamelles, dans lesquelles les bâtonnets et les fibres de cones sont faciles à reconnaître. Il est à considérer, du reste, que cet acide est très-volatile et irrite fortement les muqueuses. — Le *sérum iodé* est aussi très-utile, d'après M. Schultze ; il agit sensiblement comme l'acide chromique. Il en est de même des chromates de potasse et de la *liqueur de Müller* (100 parties d'eau, 2 à 2 $\frac{1}{2}$ de chromate de potasse, et 1 de sulfate de soude). — La portion postérieure de la *membrane hyaloïde* se sépare toujours aisément, avec le corps vitré, de la rétine ; elle est très-facile à voir sur le premier œil qui tombe sous la main ; il suffit, pour cela, de porter sous le microscope des coupes de la superficie du corps vitré ; on la distingue, même à l'œil nu, sur des plis. La zone de Zinn, au contraire, est toujours recouverte, dans les yeux frais, par du pigment détaché des procès ciliaires et par les cellules de la portion ciliaire de

la rétine, et à son bord postérieur, par la rétine : on ne peut donc bien la voir ici, et seulement dans sa partie antérieure. Cependant, même sur ces pièces, on peut prendre une assez bonne idée des choses, après avoir éloigné avec un pinceau les parties adhérentes, mais surtout si, après avoir examiné par leurs faces externe et interne des segments de zone séparés du corps vitré, ou des pièces dilacérées, on étudie encore le bord des plis, de préférence ceux de la face interne; ces plis, avec un peu de soin, s'obtiennent dans toute l'étendue de la zone et de ses adhérences avec la rétine. Sur des yeux qui ont subi un commencement de putréfaction et sur des corps vitrés qui ont macéré dans l'eau, la *zone*, en connexion avec l'hyaloïde, *s'isole nettement* de la portion ciliaire de la rétine; de telles préparations conviennent parfaitement pour montrer que la zone est une portion de l'hyaloïde, et permettent d'étudier l'origine et le trajet de ses fibres. Ces dernières se voient bien aussi sur des pièces conservées dans l'acide chromique, réactif qui les rend opaques et saillantes, presque comme des fibres élastiques. La *capsule cristalline* et son épithélium ne présentent aucune difficulté. Les *tubes du cristallin* sont parfaitement transparents à l'état frais; l'acide chromique étendu les rend on ne peut plus distincts. On peut employer de la même façon l'acide nitrique et l'acide sulfurique étendus; d'après M. Schultze, il suffit de 4 ou 5 gouttes d'un acide dont le poids spécifique est 1,839, pour 30 grammes d'eau. Il est facile de faire des coupes du cristallin sur des pièces durcies dans l'alcool, l'acide chromique ou par la dessiccation; l'acide acétique peut servir à rendre ces coupes plus transparentes. — Les organes accessoires de l'œil ne donnent lieu à aucune considération spéciale; nous dirons seulement que les glandes de Meibomius peuvent être étudiées très-bien sur des cartilages tarses bien disséqués et traités par l'acide acétique ou par les alcalis, et sur des coupes longitudinales ou transversales de pièces sèches.

Bibliographie. — ŒIL EN TOTALITÉ. — E. Brücke, *Anat. Beschreibung des menschlichen Augapfels*, Berlin, 1847. — W. Bowman, *Lectures on the parts concerned in the operations on the eye and on the structure of the retina and vitreous humor*, London, 1840. — A. Hannover, *Bidrag til Ojets Anatomie, Physiologie og Pathol.*, Kiöbenhavn, 1850. — R. A. Löwig, *Quæstiones de oculi phys.* Vratisl., 1857.

ORGANES ACCESSOIRES. — J. A. Moll, *Bijdragen tot de nat. der oogleden*, Utrecht, 1857. — Albini, in *Zeitschr. d. Wien. Aerzte,* 1857, p. 32 (paupières). — H. Müller, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, IX, p. 541; in *Würzb. Verh.*, t. IX (muscles lisses de l'orbite). — R. Maier, *Ueber den Bau der Thränenorgane*, Freiberg, 1859. — Béraud, in *Gaz. méd.*, 1859, p. 827 (glandes lacrymales). — W. Turner, in *Natur. hist. rev.*, 1862, p. 106 (muscles lisses). — J. Henle, in *Zeitschr. f. rat. Med.,* t. XXIII, p. 264. — T. Harling, in *Zeitschr. f. rat. Med.,* t. XXIV, p. 275 (muscles lisses).

CONJONCTIVE. — Sappey, in *Gaz. méd.*, 1853. — W. Krause, in *Zeitschr. für rat. Med.*, 1854, IV, p. 337. — J. Stromeyer, in *Deutsche Klinik,* 1859, n° 25. — W. Manz, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, V, p. 122. — W. Krause, in *Die terminal. Körperch.*, 1860, p. 151 (nerfs), et *Anat. Unters.*, 1861, p. 133 et 145. — J. Arnold, in *Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen.*, Heidelberg, 1860. — J. Arnold, in *Virch. Arch.*, t. XXIV, p. 250; XXVI, p. 306 (nerfs). — C. Kleinschmidt, in *Arch. f. Ophth.*, t. IX, 3, p. 145.

SCLÉROTIQUE. — M. Erdl, *Disq. anat. de oculo*, I. *De membr. sclerotica*, Monach., 1839. — Bochdalek, in *Prag. Viertelj.*, 1849, IV, 119. — T. Langhans, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XV, p. 243 (sclérotique des poissons).

CORNÉE. — Kölliker, in *Mittheil. der naturf. Ges. in Zürich*, 1848, n° 19. — Strube, *Der normale Bau der Cornea, Diss.*, Würzb., 1851. — His, in *Würzb. Verh.*, III. — Coccius, *Ueber d. Ernähr. d. Hornhaut u. d. serumf. Gef.*, Leipzig, 1852. — Henle, in *Jahresber f.* 1852. — R. Maier, *Zur path. Anat. der Cornea*, in *Freiburg. Ber.*, 1855, n° 6. — Dornblüth, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. VII, p. 221, et t. VIII, p. 156. — Henle, *ibid.*, p. 234. — V. Wittich, in *Arch. f.*

path. Anat., IX, p. 190. — A. Winther, *Unters. über den Bau der Hornhaut.* Giessen, 1856, et *Virch. Arch.*, X, p. 505.— W. His, *Beitr. zur norm. u. pathol. Hist. d. Cornea*, Bâle, 1856.— A. Rollett, in *Wiener Ber.*, t. XXXIII.— A. Classen, *Unters. über die Histologie der Hornhaut*, Rostock, 1858, *Diss.* — Th. Langhans, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 1861, XII, p. 1. — M. Wilckens, in *Henle's Zeitschr.*, 1860, t. XI, p. 167. — V. Recklinghausen, *Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zur Bindesubstanzfr.*, 1862, p. 36. — Sämisch, *Beitr. zur norm. und pathol. Anat. des Auges*, Leipzig, 1862 (nerfs de la cornée). — W. His, *Ueber die Einw. des salpet. Silberoxydes auf die Hornhaut*, in *Schweiz. Zeitschr. f. Heilk.*, II, p. 1. — J. V. Ciaccio, in *Quart. Journ. of micr. sc.*, 1863, t. III; *Trans.*, p. 77. — W. Kühne, *Unters. üb. d. Protoplasma*, Leipzig, 1863. — Klebs, in *Med. Centralbl.*, 1864, n° 33.— J. Niemetschek, in *Prag. Vierteljs.*, 1864, t. III, p. 48. — Hoyer, in *Arch. f. Anat.*, 1865, p. 210; 1866, p. 180. — J. J. C. v. Woerden, in *Nederl. Archief*, I, 2, p. 461. — Donders, *ibid.*, p. 190. — J. Cohnheim, in *Med. Centralbl.*, 1866, n° 26; *Virch. Arch.*, XXXVIII, p. 343. — Kölliker, in *Würzb. nat. Zeitschr.*, t. VI, p. 121. — Th. W. Engelmann, *Ueber d. Hornhaut d. Auges*, Leipzig, 1867. — W. Krause, in *Arch. f. Ophth.*, t. XII, p. 296. — W. H. Lightbody, in *Journ. of Anat. and Phys.*, I, p. 15. — C. Schalygen, in *Arch. f. Ophth.*, XII, 1, p. 83.

CHOROÏDE et IRIS. — E. Brücke, in *Müll. Arch.*, 1846. — V. Reecken, in *Ned. Lancet*, 1855. — J. Budge, *Ueber die Bewegung der Iris*, Braunschw., 1855. — V. Wittich, in *Arch. f. Ophthalm.*, II, 1, p. 125.—H. Müller, *Anat. Beitr. zur Ophth.*, in *Gräffe's Arch.*, II, 2, III, 1, et IV, 2, p. 277; in *Würzb. Verh.*, X, p. 45, 107, 147, 179. — Rouget, in *Gaz. méd.*, 1856, 9 et 50, et *Compt. rend.*, 19 mai et 30 juin. — Dechen, *De musc. Brückiano*, 1856, *Diss.* — Levy, *De musc. cil. structura*, Berol., 1857, *Diss.* — Arlt, in *Arch. f. Ophth.*, III, 2, p. 87. — Mannhart, in *Arch. f. Ophth.*, IV, 1. — C. Schweigger, in *Arch. f. Ophth.*, IV, p. 320. — W. Henke, *ibid.*, p. 56.— W. Krause, in *Anat. Unters.*, p. 91 (cellules ganglionnaires dans le muscle ciliaire). — Klebs, in *Virch. Arch.*, XIX, p. 321; XXI, p. 171.— B. Rosow, in *Arch. f. Ophth.*, t. IX, 3, p. 68.— J. Arnold, in *Virch. Arch.*, XXVII, p. 345. — A. Grünhagen, in *Med. Centralbl.*, 1863, n° 37; in *Virch. Arch.*, XXX, p. 481; *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXVIII, p. 176. — T. Leber, *Anat. Unters. ub. d. Blutgef. d. m. Auges*, Wien, 1865; en extrait, in *Arch. f. Ophth.*, t. XI, p. 1. — G. Meyer, in *Virch. Arch.*, XXXIV, p. 380.

RÉTINE.— A. Michaelis, in *Müll. Arch.*, 1837, p. XII et *N. Act.*, XIX, 1842.— R. Remak, in *Müll. Arch.*, 1839. — F. Bidder, in *Müll. Arch.*, 1840 et 1841. — A. Hannover, in *Müll. Arch.*, 1840 et 1843, et *Recherches microsc. sur le syst. nerv.*, Copenh., 1844. — F. Pacini, *Sulla tessitura intima della retina*, in *Nuovi Annali delle scienze naturali di Bologna*, 1845. — Corti, in *Müll. Arch.*, 1850, p. 274, et in *Zeitschr. für wiss. Zool.*, V, p. 87. — H. Müller, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, 1851, p. 234, et in *Würzb. Verh.*, II, p. 234; III, p. 336; IV, p. 96. — Kölliker, in *Würzb. Verh.*, III, p. 316, et avec H. Müller, in *Compt. rendus*, 1853, oct. — Remak, in *Compt. rend.*, 12 nov. 1853; in *Allg. med. Centralbl.*, 1854, n° 1, et *Deutsche Klinik*, n° 16. — M. de Vintschgau, in *Sitz. d. Wiener Akad.*, 1854. — Bergmann, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, nouv. sér., V, p. 245. — Blessig, *De retinæ structura diss. inaug. Dorp.*, 1855.— Bergmann, in *Gött. Anz.*, 1855, n° 181, et in *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3[e] sér., II, p. 53. — J. Goodsir, in *Edinb. med. Journ.*, 1855, p. 377.— H. Müller, *Anat. phys. Unters. über die Retina*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII, p. 1, et *Compt. rend.*, 1856, oct. — M. Schultze, in *Berl. Monatsb.*, 1856. — E. Lehmann, *Exp. q. de nervi opt. dissecti ad retinæ text. vi.*, *Dorp.*, 1857. — Th. Nunneley, in *Quart. Journ. of micr. sc.*, 1858, juill. — H. Müller, in *Arch. f. Ophth.*, IV, 2, p. 1; in *Würzb. naturh. Zeitschr.*, II, p. 64. — M. Schultze, *Obs. de retinæ struct. penit.* Bonn., 1859, et *Sitzungsber. der niederrhein. Ges. in Bonn.*, 1861, p. 97.—Ritter, in *Arch. f. Ophthalm.*, V, 2[e] sect., p. 101. — E. de Wahl, *De retinæ structura in monstro anenceph.* Dorp.,

1859, *Diss.* — V. Ammon, in *Prager* [illegible]
Henle's Zeitschr., 1860, IX, p. 301. — G. [illegible]
1860, et *Moleschott's Unters.*, VIII, p. 174 [illegible]
Nachr., 1861, p. 2; in *Henle's Zeitschr.*, XI, p. [illegible]
H. Müller, in *Würzb. naturw. Zeitschr.*, II, p. 139, 214, 222 [illegible]
Chamäleon, *ibid.*, III, p. 10. — Hyrtl, in *Sitzungsb. d.* [illegible]
p. 207. — Schiess, in *Henle's Zeitschr.*, t. XVIII, p. 129. [illegible]
t. XX, p. 173. — R. Schelske, in *Med. Centralbl.*, 1863, [illegible]
Henle's Zeitschr., t. XX, p. 7. — J. Henle, in *Gött. Nachr.* [illegible]
C. Ritter, in *Arch. f. Ophth.*, t. VIII, 2, p. 115; [illegible]
Leipzig, 1864; in *Arch. f. Ophthalm.*, t. XI, 1, p. 89, 179. — [illegible]
Virch. Arch., XXX, p. 256. — J. W. Hulke, in *Lond. ophth.* [illegible]
p. 243, et *Journ. of Anat. and. phys.*, I, p. 94. — Niemetschek, in [illegible]
1866, I, p. 132. — M. Schultze, in *Arch. f. mikr. Anat.*, II, p. [illegible]
— W. Steinlin, *Zur Anat. der Retina*, Saint-Galles, 1866. — C. [illegible]
Nachr., 1866, n° 8, et *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XXIX, p. 238. — [illegible]
Zeitschr. f. rat. Med., t. XXVIII, p. 231. — V. Hensen, in *Virch. Arch.*, [illegible]
p. 475.

CORPS VITRÉ. — E. Brücke, in *Müll. Arch.*, 1843, p. 345, et 1845, p. [illegible] — Hannover, in *Müll. Arch.*, 1845, p. 467. — W. Bowman, dans l'ouvrage cité plus haut, et in *Dubl. Journ.*, Aug., 1845, p. 102. — Virchow, in *Arch. für path. Anatomie*, IV, p. 468; V, p. 278, et in *Verh. d. Würzb. phys. med. Gesellsch.*, II, p. 317. — Doncan, in *Ned. Lanc.* 1853-1854, p. 625. — Finkbeiner, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VI, p. 330. — C. O. Weber, in *Virch. Arch.*, XVI, p. 410; XIX, p. 367. — A. Coccius, *Ueber d. Gew. und die Entz. des Glaskörpers*, Leipzig, 1860. — E. Neumann, in *Virch. Arch.*, XXIII, p. 594. — H. Heiberg, in *Med. Centr.*, 1865, n° 42, et *Arch. f. Ophth.*, t. XI, p. 168. — Dousmani, in *Compt. rend.*, 1865, 14 août.

CRISTALLIN. — A. Hannover, in *Müll. Arch.*, 1845, p. 478. — Harting, *Histiolog. Anteekenigen*, 1846, p. 1-7, et *Rech. micrométriques.* — Mensonides, in *Ned. Lanc.*, 1848, p. 694, 709. — H. Meyer, in *Müller's Arch.*, 1851, p. 202. — Strahl, in *Arch. für phys. Heilk.*, XI, 332. — Kölliker, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VI, p 142. — Thomas, in *Prag. Viertelj.*, t. I. — Lohmeyer, in *Zeitschr. f. rat. Med.*, nouv. série, t. V. — Czermak, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VII, p. 185. — Robin, *Anat. path. d. cataract.*, in *Arch. d'ophthalm.*, V. — Th. Nunneley, in *Journ. of micr. sc.*, avril 1858, p. 136. — E. J. v. Becker, in *Arch. f. Ophth.*, t. IX, 2, p. 1. — Bruch, in *Abh. d. Senkenb. Ges.*, t. VI. — Voyez, en outre, Arnold, *Icon. Org. sensuum*, mon *Anat. microsc.*, et Ecker, *Icon. phys.* (la planche qui a trait à la rétine est de H. Müller et moi); enfin les travaux d'anatomie comparée de Leydig (*Icones*), Hensen, Babuchin, M. Schultze.

SECTION II

DE L'ORGANE DE L'OUÏE.

§ 224. **Parties dont il se compose.** — L'organe de l'ouïe comprend des *parties sensitives* sur lesquelles s'épanouit le nerf auditif et qui sont contenues dans l'épaisseur du labyrinthe osseux, et des parties accessoires, qui constituent l'*oreille externe* et l'*oreille moyenne*, et dont la fonction principale est de recueillir convenablement et de transmettre les ondes sonores.

§ 225. **Oreille externe et oreille moyenne.** — Le pavillon de l'oreille et la portion cartilagineuse du conduit auditif externe ont pour soutien un cartilage (*cartilago auris*) de 0mm,35 à 2mm,2 d'épaisseur, très-flexible quand il est revêtu de son épais périchondre, très-cassant quand il en est dépouillé. On connaît assez sa forme; quant à sa structure, il se rapproche des cartilages jaunes ou réticulés, dont il se distingue néanmoins parce que ses cellules de cartilage, qui ont 22 μ de diamètre, l'emportent de beaucoup sur la substance fondamentale striée. Ce cartilage est recouvert par la *peau*, presque dépourvue de graisse, excepté au niveau du lobule, et fortement adhérente à la face concave du pavillon, où elle présente un nombre considérable de *glandes*. Ce sont : 1° des *glandes sébacées* ordinaires, développées surtout dans la conque et dans la fosse scaphoïde, régions où leur diamètre va jusqu'à 0mm,5 à 2,2 millimètres; 2° de *petites glandes sudoripares*, de 0mm,14 de diamètre, qu'on trouve à la face convexe du pavillon de l'oreille; 3° les *glandes cérumineuses* du conduit auditif cartilagineux, que nous avons déjà décrites (§§ 67 et 68). Dans ce conduit, la peau, abstraction faite de son épiderme, qui a 30 à 45 μ d'épaisseur, mesure encore 0mm,45 à 0mm,28, et présente dans son tissu sous-cutané serré, outre les glandes cérumineuses, des poils et des glandes sébacées; dans la portion osseuse du conduit auditif externe, au contraire, elle est très-mince, mais pourvue de petites papilles jusqu'à la membrane du tympan, et intimement confondue avec le périoste.

Toutes les cavités de l'*oreille moyenne*, ainsi que les osselets, les tendons et les nerfs qu'elles renferment, sont tapissées d'une muqueuse très-délicate; cette membrane est plus mince dans les cellules mastoïdiennes, sur les osselets de l'ouïe, où elle forme la membrane obturatrice de l'étrier, et sur la membrane du tympan, que dans les cavités accessoires des fosses nasales; elle prend sa plus grande épaisseur dans la trompe d'Eustache. L'épithélium qui la recouvre a, dans cette dernière, 54 μ d'épaisseur et se compose de plusieurs couches de cellules vibratiles; dans la caisse du tympan, il devient plus mince et n'est formé que d'une ou de deux couches de cellules, également vibratiles, mais de forme pavimenteuse. Le même épithélium s'étend dans les cavités accessoires; mais sur la membrane du tympan, il est remplacé par un épithélium pavimenteux, non vibratile, ainsi que nous l'avons constaté à Würzbourg sur un supplicié. Cette particularité, du reste, n'est pas constante, puisque Koppen, sur 14 cas, en a trouvé deux où il y avait également des cellules vibratiles sur la membrane du tympan. La *membrane du tympan* est formée par une lame fibreuse moyenne, qui naît de la rainure tympanique, où elle se continue avec le périoste de la cavité tympanique et du conduit auditif externe et avec le derme qui tapisse ce dernier; cette origine a lieu par un fort faisceau de fibres, principalement circulaires, qui porte le nom d'*anneau cartilagineux*. Cette lame est formée dans sa portion externe de fibres radiées, qui convergent vers le manche du marteau, engagé dans l'épaisseur de cette couche, et qui, à la partie centrale de la membrane,

forment une couche de 22 à 40 μ d'épaisseur (Gerlach); dans sa partie *interne*, elle est composée principalement d'éléments *circulaires*, qui se perdent vers le centre. Ces deux couches peuvent en partie être séparées l'une de l'autre, et sont constituées toutes deux par des faisceaux de tissu conjonctif minces, unis parfois en réseau et renfermant des cellules fusiformes. A la face externe de cette membrane, se trouve un prolongement très-délicat de l'épiderme du conduit auditif externe, et aussi du derme (Arnold, v. Tröltsch), lequel toutefois forme à peine un revêtement complet (Gerlach).

Les *osselets de l'ouïe* se composent principalement de tissu osseux spongieux, avec une couche mince de substance compacte à leur surface; leurs articulations et leurs ligaments représentent parfaitement, en petit, ceux des autres os; il en est de même de leur revêtement cartilagineux, qui est en couche simple. A la base de l'étrier, se trouve un ourlet fibreux, de 70 μ de largeur et à bord libre, de sorte que la fenêtre ovale n'est close que par le périoste du vestibule uni à la base de l'étrier (Henle). Sur l'enclume, le sommet de la petite apophyse est formé de fibro-cartilage (Henle). Récemment J. Gruber a découvert aussi sur le *marteau* une *couche de cartilage* qui s'étend sur toute la portion de cet os qui est unie à la membrane du tympan, c'est-à-dire depuis la petite apophyse jusqu'à l'extrémité du manche. Je considère ce cartilage hyalin, qui est facile à voir, comme un reste du marteau cartilagineux du fœtus, et il est possible que le marteau osseux *se forme tout entier comme os de revêtement autour du cartilage, comme cela a lieu pour l'apophyse épineuse*, cas dans lequel on comprendrait la couche de tissu conjonctif observée par J. Gruber entre le cartilage du marteau et l'os, et la possibilité de séparer ces deux parties qu'on observe çà et là, possibilité de laquelle J. Gruger a conclu, à tort peut-être, à l'existence normale d'une cavité plus ou moins développée entre elles (voy. aussi Prussak, *loc. cit.*). Les *muscles* des osselets de l'ouïe sont striés comme ceux de l'oreille externe. — La portion cartilagineuse de la *trompe d'Eustache* a pour couche principale un *cartilage* recourbé en gouttière, situé particulièrement à son côté interne et qui, par sa structure, se rapproche des vrais cartilages, mais dont la substance fondamentale est, en général, pâle et striée. La paroi externe de ce canal est formée, en haut, par la portion coudée en crochet du cartilage, à laquelle s'insèrent, par des fibres tendineuses, une partie des faisceaux du sphéno-staphylin; plus bas, par du tissu conjonctif serré; dans sa moitié inférieure, au contraire, par du tissu adipeux assez lâche (Henle, Rüdinger). La trompe d'Eustache contient, dans sa portion cartilagineuse, surtout au voisinage de son orifice guttural, une foule de *glandes muqueuses en grappe*, dont la structure est la même que celle des glandes pharyngiennes. La muqueuse de la trompe d'Eustache se continue sans limite distincte avec celle du pharynx. — La *distribution vasculaire et nerveuse* de l'oreille externe est analogue à celle de la peau en général. Dans l'*oreille moyenne*, la muqueuse de la caisse du tympan est par-

ticulièrement riche en vaisseaux; il en est de même de la trompe d'Eustache et de la membrane du tympan; sur celle-ci les artères et veines les plus volumineuses cheminent dans le feuillet fibreux, le long du manche du marteau, et forment à la périphérie de la membrane des cercles artériels et veineux, en même temps qu'elles envoient une foule de branches dans la muqueuse. Les *nerfs* proviennent principalement de la neuvième et de la cinquième paire; ils fournissent, en somme, peu de rameaux à la muqueuse et à la membrane du tympan. Nous ignorons comment ils se terminent; mais nous savons que le nerf tympanique contient un grand nombre de grosses cellules ganglionnaires isolées ou amassées en petits renflements. Sur la membrane du tympan, le ramuscule nerveux situé dans la couche cutanée externe (du pneumo-gastrique? Sappey) passe, de haut en bas, du périoste du conduit auditif vers ce tégument, fournit déjà des filets au niveau de la petite apophyse, devient ensuite parallèle et généralement un peu postérieur au manche du marteau, et se divise au-dessous de lui en filaments très-ténus (v. Tröltsch). Gerlach prétend avoir vu des fibres nerveuses pâles dans le revêtement muqueux de la membrane du tympan.

Pour plus de détails sur la *membrane du tympan*, voyez les travaux de v. Tröltsch, Gerlach et J. Gruber. La trompe d'Eustache a été étudiée avec soin par v. Tröltsch, Rudinger et L. Mayer. Le *foramen de Rivinus* de la membrane du tympan, qui, de nos jours, est regardé généralement comme un produit accidentel ou pathologique, est considéré par Bochdalek comme quelque chose de normal, et je dois reconnaître que j'ai vu chez lui des préparations qui laissaient peu de doute. Ce foramen, simple ou double, est situé très-près du bord supérieur de la membrane, au-dessus de la petite apophyse, en avant ou en arrière d'elle.

§ 226. — Le *vestibule* et les *canaux demi-circulaires osseux* sont revêtus, à leur surface interne, d'un *périoste* extrêmement mince, constitué par du tissu conjonctif à fibrilles rigides, très-fines, sans tissu élastique, mais renfermant de nombreux noyaux et, comme je l'ai trouvé (4ᵉ édit.), composé essentiellement de réseaux de corpuscules conjonctifs. L'épithélium, qu'autrefois j'avais cru devoir admettre à la surface du périoste, est devenu problématique pour moi à la suite de recherches nouvelles; toutefois il est possible qu'il s'agisse là d'éléments très-délicats et très-faciles à détruire, comme l'a fait remarquer Corti, et c'est ainsi qu'on peut expliquer les résultats divergents des divers observateurs. La *membrane de la fenêtre ronde* ou *membrane tympanique secondaire* est considérée par Reichert comme une portion non ossifiée, ou mieux, restée membraneuse de la capsule primitive du labyrinthe membraneux, dont la face externe est soudée à la muqueuse de la caisse du tympan, la face interne avec le périoste du labyrinthe. Quoi qu'il en soit, elle n'est formée que d'une couche fibreuse mince, renfermant des vaisseaux et quelques filaments nerveux, et d'un épithélium pavimenteux recouvrant sa face externe.

Les parties molles contenues dans l'intérieur du vestibule et des canaux demi-circulaires osseux, c'est-à-dire *les deux vésicules* et les *canaux demi-circulaires membraneux*, ne sont pas complétement libres dans la périlymphe qui remplit le labyrinthe osseux ; toutes sont fixées au périoste par certains points déterminés. Les vésicules présentent ces adhérences dans les points par où arrivent les nerfs; en outre, l'utricule est uni plus intimement au périoste dans certaines régions (Odenius) et le saccule est uni à l'utricule (Reichert); toutefois les nerfs contenus dans la cloison de séparation des deux vésicules (Reichert) appartiennent tous au saccule (Odenius). De même, les canaux demi-circulaires ne sont pas fixés seulement au niveau de leurs ampoules; ils conservent la position excentrique de leur côté convexe qu'ils présentent chez l'embryon, ainsi que l'ai observé (fig. 501), lorsque la cavité de la périlymphe s'est développée, ainsi que l'a montré Rüdinger. Du reste, on ne peut admettre les noms de canaux circulaires membraneux grands et petits, proposés par cet observateur, puisque les grands canaux ne sont autre chose que les espaces circonscrits par le périoste et renfermant la périlymphe ; or, ces espaces sont connus depuis longtemps et rien n'oblige à les dénommer spécialement.

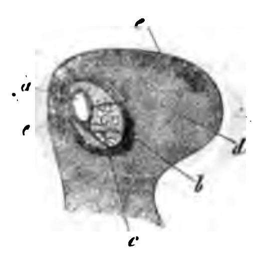


FIG. 501.

Les vésicules et les canaux membraneux présentent tous la même structure. Leurs parois, épaisses relativement au volume de ces organes (elles ont 26 à 33 μ d'épaisseur dans les canaux demi-circulaires, et 35 μ dans les vésicules), sont transparentes, denses et élastiques ; à leur face externe, on trouve une membrane formée de substance conjonctive simple, c'est-à-dire de *réseaux de corpuscules conjonctifs*, très-analogues à la couche externe de la choroïde ou *lamina fusca*, et contenant comme elle, par places, des *cellules pigmentaires* irrégulières; plus profondément, se voit une membrane transparente et hyaline, de 9 à 18 μ d'épaisseur, dont la limite est très-nette, particulièrement en dedans, et qui, par places, présente distinctement des stries longitudinales très-fines. Sous l'influence de l'acide acétique, cette membrane laisse apercevoir une foule de noyaux allongés; aussi ne peut-on la ranger dans la catégorie des *membranes propres*, de la capsule cristalline, etc., bien que ses réactions chimiques soient à peu près les mêmes que celles de ces membranes. La couche la plus interne, enfin, est un *épithélium pavimenteux simple*, de 6,7 μ d'épaisseur, dont les cellules polygonales, plus ou moins grosses (9 à 18 μ de diamètre), se séparent les unes des autres avec une grande facilité. Cet épithélium tapisse toutes les cavités mentionnées plus haut, et circonscrit

FIG. 501. — Section transversale du canal demi-circulaire supérieur d'un fœtus humain de six mois, grossie. — *a*, tunique conjonctive du canal membraneux, dont l'épithélium n'est pas conservé; *b*, périoste du canal creusé dans le cartilage; *c*, tissu gélatineux qui les sépare; *d*, cartilage avec dépôt calcaire en *e*.

l'*endolymphe* ou *vitrine auditive*, dans laquelle Barruel a trouvé du mucus chez les poissons.

Les *vaisseaux* du labyrinthe membraneux sont assez nombreux et forment de riches réseaux capillaires sur la membrane fibreuse et la membrane hyaline des diverses parties qui le composent; ils sont abondants surtout près des terminaisons nerveuses. Parmi ces dernières, on ne connaît bien que celles du nerf acoustique, dont une branche, le nerf du vestibule, fournit aux trois canaux membraneux et à l'utricule, et dont une autre branche, provenant du nerf du limaçon, se distribue au saccule. Les nerfs des canaux demi-circulaires ne se ramifient que dans les ampoules; ainsi que l'a montré Steifensand, ils pénètrent, sur chacune d'elles, dans un *repli*, une *duplicature* de la paroi concave du canal, qui, vue en dedans, figure une saillie transversale (crête acoustique, M. Schultze), occupant environ le tiers de la circonférence de l'ampoule, dans laquelle elle s'avance de 0^{mm},35, et qui, mesurée dans le sens de la longueur des canaux, a 0^{mm},5 d'épaisseur (Henle). Vue de ce côté, la crête se montre déprimée à sa partie moyenne, arrondie à ses extrémités, cordiforme en somme. Dans l'épaisseur de ce pli, c'est-à-dire dans la substance conjonctive simple qui remplit sa cavité, et qui n'est autre chose que la fibreuse plus développée des canaux demi-circulaires, les nerfs se divisent d'abord en deux branches principales, qui gagnent, en divergeant, les deux angles de la crête; chacune de ces branches se subdivise ensuite, dans la membrane de l'ampoule, en un riche faisceau de ramuscules, souvent anastomosés entre eux; ces ramuscules, qui contiennent deux à dix fibres primitives, de 2,2 à 3,3 μ de largeur, finissent par traverser la membrane vitrée de l'ampoule et se terminent dans l'épithélium épais et spécial qui s'y trouve (Reich, M. Schultze, moi, Hasse). Dans les vésicules, la distribution nerveuse est la même, mais elle se fait sur une plus grande étendue (dans le saccule, la région nerveuse a 3 millimètres de longueur et 1^{mm},5 à 1^{mm},8 de largeur; dans l'utricule, 3 millimètres de longueur et 2 millimètres de lar-

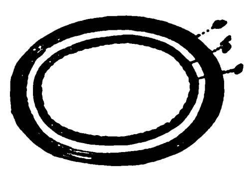


FIG. 502.

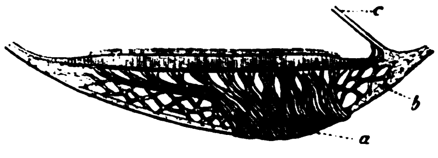


FIG. 503.


FIG. 504.

FIG. 502. — Section transversale d'un canal demi-circulaire. Grossissement de 250 diamètres. — *a*, membrane fibreuse, dans laquelle il y a des noyaux; *b*, tunique homogène; *c*, épithélium. Chez le veau.

FIG. 503. — Section transversale de la paroi interne et de la tache acoustique du saccule de l'homme; pièce traitée par l'acide pyrogallique. — *a*, nerfs; *b*, tissu conjonctif réticulé à grosses mailles; *c*, paroi externe de la vésicule. Au point d'immergence des nerfs, on voit l'épithélium épais avec les cils auditifs de la macule. Grossissement de 23 diamètres. D'après Odenius.

FIG. 504. — Otolithes du veau. Grossissement de 359 diamètres.

geur, d'après Odenius); là aussi il y a une saillie de la paroi des vésicules, *macula acustica* de Henle, mais elle est moins appréciable que dans les ampoules. Au niveau des terminaisons nerveuses, se trouve, sur chaque vésicule, une tache blanche, comme crayeuse, nettement délimitée, parfaitement visible à l'œil nu, et qui est appliquée et retenue contre la surface interne du saccule par une membrane parfaitement transparente, mais d'une épaisseur de 22 μ (une cuticule ?). C'est le *sable auditif* (*otoconie* de Breschet ou *otolithes*), composé d'innombrables corpuscules arrondis, allongés, ou présentant nettement la forme de prismes, probablement hexagonaux, et terminés en pointe à leurs deux extrémités. Ces corpuscules, dont les plus considérables ont de 0,9 μ à 11 de longueur, et 2,2 à 4,5 μ de largeur, sont disposés dans une substance homogène et sont tous formés de carbonate de chaux, et laissent, comme résidu, une petite quantité de matière organique, qu'il ne m'a pas été donné de voir jusqu'ici.

D'après les dernières recherches d'Odenius, les taches acoustiques de l'homme ont une épaisseur de $0^{mm},42$ dans le saccule, de 60-80 μ dans le saccule, et consistent, outre leur revêtement de 30-35 μ d'épaisseur, en deux éléments essentiels, en cellules épithéliales cylindriques de forme variable, à contenu jaunâtre et granuleux, et en éléments fusiformes, que l'acide chromique et l'acide pyrogallique rendent très-apparents en leur donnant un certain brillant, qui ne présentent que çà et là des indices de noyaux, et qui sont garnis à une de leurs extrémités de *cils* auditifs (M. Schultze). Ces cils, que des observateurs anciens avaient déjà reconnus chez les animaux, ont, chez l'homme, 22 à 27 μ de longueur. A leur autre extrémité, ces *cellules auditives*, comme je les appellerai, semblent se continuer avec les extrémités nerveuses qui pénètrent dans l'épithélium. Toutefois ces connexions, quelque probables qu'elles paraissent, ne sont pas encore démontrées, d'après Odenius, aussi parfaitement qu'on pourrait le désirer. Les cils auditifs sont assez régulièrement répartis sur l'ensemble des taches auditives, de telle façon que, à en juger par les coupes verticales, une seule rangée de cellules épithéliales entoure chacun d'eux. L'épithélium jaunâtre de la tache, irrégulièrement circonscrit, se continue sans transition avec l'épithélium du voisinage, qui est formé

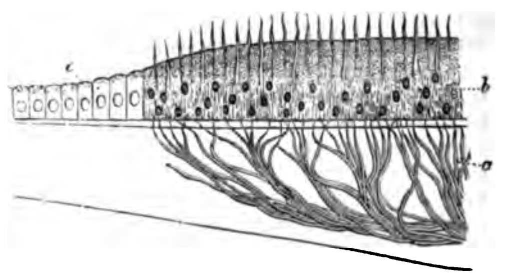


Fig. 505.

Fig. 505. — Section longitudinale de la portion périphérique de la tache acoustique de l'utricule de l'homme ; figure demi-schématique. — *a*, fascicules nerveux qui s'élèvent vers la membrane vitrée et l'épithélium ; *b*, épithélium de la tache et cils auditifs ; *c*, épithélium cylindrique du bord de la tache. Grossissement de 300 diamètres. D'après Odenius.

d'abord de cylindres allongés et transparents, mais qui, peu à peu, se transforme en épithélium pavimenteux.

Le mode de terminaison des nerfs auditifs dans les vésicules du vestibule et dans les ampoules a été connu de mieux en mieux dans ces derniers temps (voy. la 3e édit. de cet ouvrage, p. 661, et *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 741), et enfin les recherches de Reich et de M. Schultze ont porté cette question assez près d'une solution pour qu'au moins nous soyons renseignés aujourd'hui sur les points essentiels. D'après Reich, les fibres nerveuses très-fines de l'Ammocœtes et du Pétromyzon, après s'être légèrement renflées en fuseau, s'élèvent dans les plis qui proéminent dans le labyrinthe, et se dirigent vers la surface libre de l'épithélium. A peine *entrés dans cet épithélium,* ils présentent un renflement arrondi, pourvu d'un noyau brillant et d'un nucléole. De ce renflement sort, en haut, une fibre un peu plus large, qui chemine entre les cellules cylindriques de l'épithélium, et, parvenue à la surface libre, porte, comme extrémité terminale, une nouvelle cellule, piriforme, de 6 μ de diamètre, avec un prolongement filiforme très-fin. On a donc décrit ici pour la première fois la pénétration des fibres acoustiques dans l'épithélium du labyrinthe, et la terminaison de ces fibres par des extrémités libres, données que les recherches approfondies de M. Schultze ont ensuite confirmées complétement et développées, au moins pour ce qui est du premier point. D'après cet investigateur, il n'est pas extrêmement difficile, chez les plagiostomes, de démontrer, sur des pièces conservées dans l'acide chromique, que les fibres du nerf acoustique pénètrent dans l'épithélium qui recouvre les crêtes nerveuses des ampoules. Les fibres, dans ce trajet, perdent leurs contours foncés et leur gaîne, et deviennent des cylindres d'axe, qui se décomposent ensuite élégamment en ramuscules plus fins et se répandent en filaments extrêmement ténus, rarement variqueux, dont la véritable extrémité n'a pas encore été observée. Par contre, Schultze a trouvé dans l'épithélium deux espèces de cellules : d'une part, des *cellules cylindriques*, se présentant elles-mêmes sous deux formes, celle de cellules franchement cylindriques, jaunâtres, et celle de cellules coniques ; d'autre part, de nombreuses *cellules dites à filament*, ayant la même conformation que les cellules olfactives de la région olfactive, c'est-à-dire des cellules fusiformes, pâles, présentant à leur côté externe un appendice en forme de bâtonnet, et à leur côté interne un filament très-fin, non variqueux, cellules qui, à l'état frais, se distinguent par leur contenu spécial, brillant, granuleux. Vues par leur face supérieure, les cellules à filament et les cylindres épithéliaux forment une élégante mosaïque, qui rappelle les régions de la rétine où les cônes sont assez distants les uns des autres. Schultze présume que les extrémités nerveuses les plus fines sont unies aux cellules à filament en question ; mais jamais il n'a pu constater directement cette union. Il rencontra, en outre, une autre disposition dont il ne put se rendre un compte exact. Chez les poissons et les oiseaux, Schultze trouva dans les régions nerveuses des ampoules, et en partie aussi dans les vésicules, des espèces de *cils* très-fins, roides, brillants, qui, chez la raie, avaient 90 μ de longueur, qui se brisent assez souvent, se conservent assez longtemps dans l'eau, tandis qu'ils se dissolvent subitement dans l'acide nitrique ou la soude étendus. Ces particules peuvent subir dans l'eau et dans l'acide chromique diverses modifications, et notamment se transformer en corpuscules fusiformes, analogues à ceux que Reich figure comme extrémités nerveuses proéminant au-dessus de l'épithélium. Schultze pense qu'il est possible que Reich n'ait eu sous les yeux que des cils altérés ; du moins n'a-t-il rien vu, chez le pétromyzon frais, qui ressemblât aux parties décrites par cet auteur, tandis que, sur une préparation à l'acide chromique, il y en avait au moins des indices. La signification de ces cils est restée inconnue à Schultze. Jamais il ne les a vus reposer sur des cellules à filament. Il déclare s'abstenir, pour le moment, de tout jugement sur leurs connexions avec les parties constituantes de l'épithélium.

Dans la 3e édition de cet ouvrage, j'ai confirmé les données de M. Schultze quant

aux *mammifères*, qu'il n'avait pas examinés, et aussi, en partie, quant aux *poissons*. Eu égard à ces derniers, je ferai remarquer seulement que j'ai vu, chez le Spinax, les nerfs pénétrer dans l'épithélium de la crête auditive. Voyez, du reste, la précédente édition.

Relativement aux *mammifères*, sur lesquels nous ne savions rien, à part cette courte mention de M. Schultze (*loc. cit.*, p. 371), qui dit qu'il a trouvé dans le vestibule du chien et du chat, examiné dans l'humeur aqueuse, les régions des terminaisons nerveuses tapissées d'un épithélium assez opaque, surmonté de cils, je suis arrivé, chez l'homme, sur des pièces conservées dans l'acide chromique, à établir ce fait que, là aussi, les extrémités nerveuses pénètrent dans l'épithélium (fig. 506, 1, *b*, *d*). Cet épithélium, dans la région où se terminent les nerfs, est *deux à trois fois* plus épais que dans le reste des vésicules, et présente, traité par l'acide chromique, les formes représentées fig. 506, 2, dont, à première vue, les cellules *d* correspondent seules aux cellules fusiformes de M. Schultze. J'ai été surpris, cependant, de voir que les éléments plus gros, correspondant plutôt à des cellules épithéliales ordinaires, présentaient également deux prolongements, et aussi que, sur des éléments qui semblaient pareillement appartenir à cette catégorie, le prolongement interne était variqueux, ce qui pouvait conduire à se demander si peut-être certains de ces gros éléments celluleux ne seraient pas, eux aussi, unis avec les nerfs. Il est à remarquer, toutefois, à cet égard que l'aspect variqueux de certains prolongements de cellules ne suffit pas pour motiver l'opinion que ces cellules sont liées à des fibres nerveuses. Quoi qu'il en soit, il est certain que, chez le bœuf aussi, l'épithélium des régions nerveuses du vestibule renferme deux espèces d'éléments et que les nerfs pénètrent dans son épaisseur; et il s'ensuit presque nécessairement que ces organes présentent essentiellement la même structure chez tous les animaux. Il y a même des *espèces de cils*, comme Schultze l'avait déjà constaté. Dans certains cas, il est vrai, on n'en voit absolument rien (fig. 506); mais j'ai eu aussi des pièces sur lesquelles il y avait au moins des indices de cils, et, dans un cas, j'ai vu, dans les ampoules et les vésicules, l'épithélium de la région nerveuse régulièrement garni de *soies rigides*, *épaisses*, *coniques* (peut-être des pinceaux de cils).

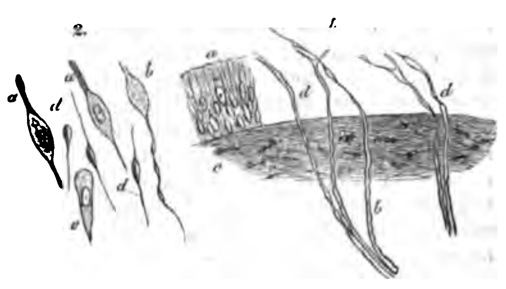


Fig. 506.

A ces observations, déjà rapportées dans la 3e édition, sont venues s'ajouter plusieurs autres. Fr. E. Schultze a confirmé les données de M. Schultze quant aux points essentiels. Sur de jeunes perches, il a vu l'épithélium des crêtes acoustiques des ampoules garni d'une forêt de cils fins et rigides, qui sortaient des intervalles entre les cellules épithéliales, formaient comme une couronne de rayons délicats, et, sur des animaux de 8 millimètres de longueur, mesuraient 37 μ. Lorsque, après leur mort, les animaux étaient restés quelque temps dans l'eau, la portion inférieure des cils était transformée en un renflement fusiforme et foncé, d'où partait un prolonge-

Fig. 506. — Préparation tirée du vestibule du bœuf et traitée par l'acide chromique. Grossissement de 350 diamètres. — 1, Section d'une portion de la *papille nerveuse* de l'utricule. — *a*, épithélium; *b*, petit tronc nerveux dans la membrane conjonctive *c* de la vésicule; *d*, extrémités nerveuses pâles dans l'épithélium (cylindre d'axe), rendues un peu trop vigoureusement. — 2, cellules épithéliales de la région nerveuse. — *a*, grosses cellules avec deux prolongements; *b*, cellule avec un prolongement variqueux; *c*, cellule plus grosse sans prolongement; *d*, petites cellules fusiformes (?).

donné le nom de *cellules à bâtonnets*; la même chose a été constatée chez la grenouille Chez les mammifères (chien, chat), Hasse trouva dans les ampoules à peu près la même chose qu'Odenius avait vue dans les vésicules; seulement il reconnut positivement que les *cellules auditives* possèdent un noyau, et que leur extrémité libre présente une sorte d'ourlet de 2 μ d'épaisseur, qu'on retrouve également chez les oiseaux, et de chacun desquels part un *seul* cil auditif, d'une finesse extrême, mesurant 3 μ à sa base. A l'autre extrémité, les cellules auditives s'effilent en un filament fin, transparent et brillant, mais qu'on n'a pas encore vu s'unir avec les nerfs qui, là aussi, pénètrent dans l'épithélium.

Toutes ces notions conduisent évidemment à un seul but final, mais il reste toujours bien des points obscurs. Toutefois, il est certain que les fibres acoustiques traversent l'épithélium et se terminent par les cils auditifs (*fila acustica*); mais on ne saurait dire si, *entre les nerfs et les cils auditifs, il y a une cellule*, comme tendraient à le faire croire les observations de Reich et de Hasse, ou si *les extrémités des nerfs se continuent directement avec les cils auditifs*, comme Fr. E. Schultze le figure pour le Gobius. Les recherches de M. Schultze, moi et Odenius ne tranchent la question en faveur ni de l'une ni de l'autre opinion. Je crois donc qu'il ne faut pas se prononcer. Je ferai remarquer, toutefois, que ce que nous savons sur le limaçon des mammifères est favorable à l'existence de véritables cellules auditives, et que les nombreuses recherches de Hasse ne me paraissent point permettre une conclusion différente.

§ 227. **Du limaçon.**—La cavité circonscrite par le limaçon osseux et remplie par l'eau labyrinthique renferme, outre les deux rampes, un espace intermédiaire moins considérable, le *canal cochléaire proprement dit*, de Reissner, situé entre la *lame spirale membraneuse* ou *lame basilaire* (Claudius) et une membrane particulière qui se trouve du côté de la rampe vestibulaire, membrane qui a été observée pour la première fois par Reissner, et qui devra s'appeler *membrane de Reissner*. Ce canal cochléaire, qui constitue la partie la plus importante du limaçon et dont la paroi attenante à la rampe tympanique supporte les extrémités nerveuses, se termine en cul-de-sac à ses deux extrémités, d'après les observations de Hensen, confirmées par celles de Reichert. Le *bout initial* ou *cul-de-sac vestibulaire* (Reichert) se trouve dans la région du vestibule et communique manifestement avec le saccule (Hensen), par un canal qui naît de sa paroi vestibulaire (membrane de Reissner), im-



FIG. 507.

FIG. 507. — Section verticale du limaçon d'un embryon de veau un peu avancé, limaçon dont la lame des contours, à l'exception d'une petite région cartilagineuse, était déjà ossifiée, tandis que l'axe et la lame spirale étaient encore membraneux. Dans tous les tours, on voit le canal cochléaire, dont la hauteur était de 0mm,56, la largeur de 0mm,59. Il est à remarquer que la largeur, en apparence plus grande, du canal dans la coupole tient à ce que la section avait passé à côté de la lame spirale. Dans le canal cochléaire se voient les *bandelettes sillonnées* (habenula sulcata), et les deux bourrelets épithéliaux reposant sur la membrane basilaire. Grossissement de 6 diamètres. Largeur du limaçon à sa base, 8mm,26; hauteur, 4mm,95.

médiatement en avant de l'extrémité borgne, et qui se dirige en haut : c'est le *canal de communication* (canalis reuniens, Hensen), qui a 0mm,77 de longueur et 0mm,22 de largeur, à l'état de vacuité. L'autre extrémité, ou le *cul-de-sac de la coupole* du canal cochléaire, occupe le dernier demi-tour de spire du limaçon et, par son cul-de-sac, remplit complétement la portion terminale de ce demi-tour (Reichert). Les rampes vestibulaire et tympanique, indépendamment des parties qui touchent aux parois du canal cochléaire, sont tapissées d'un périoste légèrement pigmenté çà et là, dont la structure est la même que dans le vestibule, et qui revêt également la lame spirale osseuse, mais en y subissant quelques modifications spéciales. Ce périoste est recouvert par un épithélium formé de cellules délicates, aplaties, polygonales, de 15-20 μ de diamètre, et présentant souvent une teinte brunâtre chez les animaux. Cet épithélium, paraît-il, fait toujours défaut sur la face tympanique de la lame basilaire.

Pour la *disposition générale* des parties, voyez d'abord les figures 507 et 508. Elles montrent la conformation spéciale des trois canaux du limaçon, dont l'un, le canal cochléaire, occupe une portion de l'espace attribué autrefois à la rampe vestibulaire. La portion la plus complexe de tout l'ensemble, c'est la cloison, en partie osseuse, en partie membraneuse, qui sépare la rampe tympanique de la rampe vestibulaire. Précédemment, quand on ne distinguait pas la paroi vestibulaire du canal cochléaire, on désignait ce septum sous le nom de *lame spirale*, et l'on y décrivait une *portion osseuse* et une *portion membraneuse* (zona ossea et zona membranacea laminæ spiralis). Aujourd'hui que nous connaissons le canal cochléaire proprement dit, et que nous savons qu'il constitue la partie la plus importante du limaçon, cette division n'est plus possible, d'autant que l'ossification envahit une étendue différente des diverses parties du limaçon, en partie jusqu'au voisinage du canal cochléaire. Il paraît donc rationnel de considérer le canal cochléaire en lui-même, et de donner à la cloison simple qui sépare les deux rampes, le nom de lame spirale. Dans le canal cochléaire, je distingue la *paroi tympanique* (lamina spiralis membranacea, Corti), la *paroi vestibulaire* ou *membrane de Reissner* (moi), et la *paroi externe* attenante à l'os. La paroi tympanique présente, comme prolongement de la lame spirale, d'abord un épaississement, *limbus laminæ spiralis* (Henle) (*e*, *c'*, *r*, *e*), qui appartient essentiellement à la face vestibulaire et qui se termine par deux *lèvres* limitant une gouttière (*d*), le *sulcus spiralis* (Huschke), lèvres dont l'une (*c*), *lèvre vestibulaire* (Huschke) ou bandelette sillonnée (Corti), présente un bord tranchant (*c'*), *crête auditive* (crista acustica, Huschke), que des incisures profondes divisent en languettes en forme de dents, *dents auditives* (dents de la première rangée, Corti), et dont l'autre (*e*) *lèvre tympanique* (Huschke) ou *bandelette perforée* (moi), après un certain trajet, se continue avec la portion externe et mince de la paroi tympanique du canal cochléaire ou *membrane basilaire* (Claudius) (*b*, *g*), au niveau du point où commence l'*organe de Corti*, que nous allons décrire dans un instant, et où les extrémités du nerf cochléaire pénètrent

dans le canal cochléaire (*t*). La membrane basilaire se prolonge, en conservant la même épaisseur, jusqu'à la paroi externe de la cavité du limaçon,

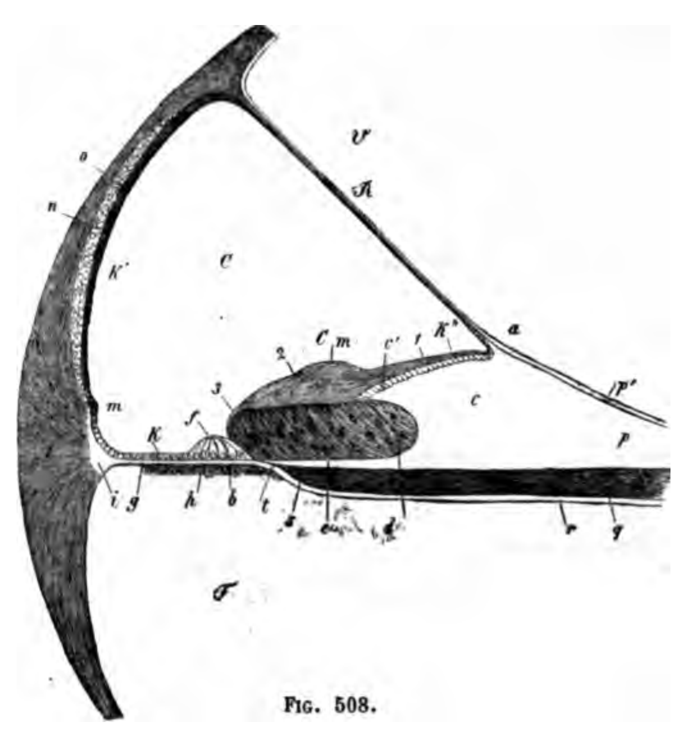


FIG. 508.

où elle se continue avec une masse fibreuse résistante (*l*), *ligament spiral* (moi), qui, d'une part, regarde la rampe tympanique, d'autre part, contribue à former la paroi externe du canal cochléaire.

FIG. 508. — Canal cochléaire et parties voisines du limaçon représenté fig. 507. Grossissement de 100 diamètres. — C, canal cochléaire (canal embryonnaire du limaçon) ; V, rampe vestibulaire ; T, rampe tympanique ; R, membrane de Reissner. — *a*, origine de cette membrane, au niveau d'une saillie de la bandelette sillonnée ou lèvre supérieure de la gouttière spirale *c* ; *b*, couche de substance conjonctive et vaisseau spiral interne, à la face inférieure de la membrane basilaire ; *c*, crête acoustique et dents auditives ; *d*, sillon spiral, avec un épithélium épais qui s'étend jusqu'à l'organe de Corti *f*, lequel, ici, n'a pas encore atteint son développement complet ; *e*, bandelètte perforée ou lèvre inférieure de la gouttière spirale ; C *m*, membrane de Corti. — 1, portion interne, plus mince, de cette membrane ; 2, portion moyenne et épaisse ; 3, extrémité antérieure amincie ; *g*, zone pectinée ; *h*, bandelette arquée (*habenula arcuata*, Deiters) ; *k*, épithélium de la zone pectinée ; *k'*, épithélium de la paroi externe du canal cochléaire ; *k*, celui de la bandelette sillonnée, en partie situé dans les sillons de la bandelette et passant sur la membrane de Reissner ; *l*, ligament spiral ; *i*, partie transparente qui unit ce ligament à la zone pectinée ; *m*, saillie formée par le ligament vers l'intérieur ; *n*, lame cartilagineuse ; *o*, strie vasculaire ; *p*, périoste de la lame spirale qui, plus tard, s'ossifie dans la profondeur ; *p'*, couche externe et transparente du périoste, qui se continue sur la membrane de Reissner et sur le périoste de la rampe vestibulaire (dans ce cas, on n'a point trouvé d'épithélium du côté de la rampe vestibulaire) ; *q*, un faisceau de nerfs du limaçon ; *s*, point où cessent les fibres à bords foncés ; *t*, prolongements pâles de ces nerfs dans les canaux de la bandelette perforée ; *v*, périoste de la lame spirale du côté de la rampe tympanique, se continuant avec une portion de la paroi tympanique du canal cochléaire.

Il nous reste à parler des deux autres parois du canal cochléaire. La *membrane de Reissner* (R) est une mince toile conjonctive, qui naît à l'extrémité interne de la lèvre vestibulaire de la gouttière spirale, en un point qui, chez beaucoup d'animaux, est marqué par une petite crête. De là, la membrane, fortement tendue, se dirige plus ou moins obliquement vers la paroi externe du limaçon, pour s'unir au périoste de cet organe. La paroi externe du canal cochléaire, enfin, est constituée simplement par le périoste de la région; elle présente cependant quelquesparticularités, qui sont: 1° une *saillie en forme de crête* (*m*), qui se trouve à peu près à la hauteur de la bandelette sillonnée; 2° une lame cartilagineuse (*n*), située plus en haut; et 3° une traînée vasculaire, *stria vascularis* (*o*), en dedans de la bandelette sillonnée.

Tout l'intérieur du canal cochléaire est tapissé d'un épithélium qui, pris en général, est un épithélium pavimenteux, mais qui, dans la région où

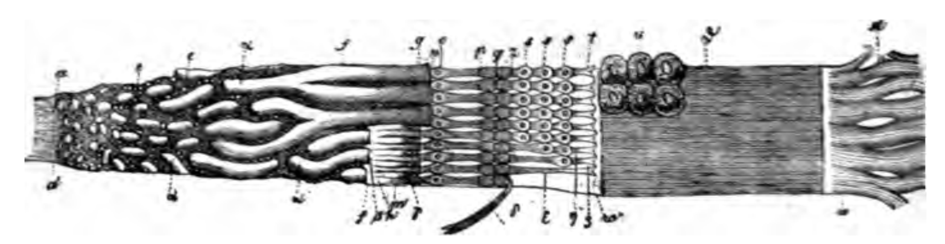


FIG. 509.

se distribuent les nerfs, présente un développement tout spécial, que l'on peut désigner sous le nom de *papille spirale* (Huschke) ou d'organe de Corti (fig. 512). On trouve là, immédiatement en dehors de la lèvre tympanique de la gouttière spirale, des cellules épithéliales d'une conformation particulière, disposées dans un ordre admirable; ce sont: 1° les *cellules* ou *fibres de Corti* internes ou externes (*a e*), qui, par leur ensemble, forment, dans presque tout le canal cochléaire, un pont, les *arcs de Corti*; 2° les *cellules ciliées*, dont une des séries repose sur les fibres de Corti internes, et trois autres séries (*i*, *i*, *i*), au-dessus et en dehors des fibres de Corti

FIG. 509. — Face vestibulaire de la lame spirale membraneuse, grossie 225 fois, d'après Corti. Le dessin, en ce qui concerne l'organe de Corti, laisse à désirer; il est, du reste, exact et peut servir aussi à faire comprendre les noms de Corti. — *a*, périoste de la zone spirale osseuse; *d-w*, lame spirale membraneuse; *d-w'*, zone dentelée; *d-d'-f*, bandelette sillonnée; *d*, région où le périoste s'épaissit; *e*, grains dans les sillons de la bandelette sillonnée; *f-g*, dent de la première rangée; *g-f-h*, gouttière ou demi-canal spiral; *h*, sa paroi inférieure; *h-w'*, bandelette dentelée; *h-m*, dents apparentes; *n-t*, dents de la deuxième rangée; *n-p*, segment postérieur de ces dernières; *r*, renflement avec noyau adjacent; *q-p* et *q-r*, pièces articulaires; *r-t*, segment antérieur de la deuxième rangée; *sss*, trois cellules cylindriques reposant sur le segment; *u*, cellules épithéliales subjacentes à la membrane de Corti; *w'-w*, zone pectinée; *αα*, éminences costiformes de la bandelette sillonnée; β, région où une dent de la première rangée prenait naissance; γ, orifices entre les dents apparentes; δ, segment antérieur renversé d'une dent de la deuxième rangée; ε, une de ces dents en position, sans ses cellules épithéliales; ζ, dent avec la cellule épithéliale inférieure; μ, dent analogue avec les deux cellules inférieures; ϵ, stries ou saillies légères de la zone pectinée; *x*, périoste qui fixe la lame spirale, avec des vacuoles λ entre les faisceaux.

externes; 3° enfin, trois séries de cellules fusiformes, cellules de Deiters (*l*, *l*), en dehors des précédentes. A tout cela il faut ajouter encore une cuticule, *membrane de Corti*, recouvrant l'épithélium (fig. 508, C*m*), cuticule appliquée sur la lèvre vestibulaire de la gouttière spirale et sur l'épithélium de la gouttière elle-même, jusqu'à la hauteur des arcs de Corti, et se continuant peut-être directement avec une seconde membrane, qui recouvre la portion externe de la papille spirale, la *lame réticulée* (moi).

Après cette description générale, examinons en détail les diverses parties, si importantes au point de vue histologique, qui constituent le limaçon et surtout le canal cochléaire.

La *lame spirale* (moi), concorde assez bien avec la zone osseuse de la lame spirale des auteurs, et représente la cloison des deux rampes en dedans du canal cochléaire. Elle se compose de deux couches périostiques et de la *lame spirale osseuse*, qui, au niveau du premier et du deuxième tour du limaçon, pénètre aussi dans la paroi tympanique du canal cochléaire. Cette lame spirale osseuse est formée de deux minces lamelles osseuses et d'un peu de tissu spongieux intermédiaire, contenant les expansions des nerfs du limaçon. Un espace assez considérable, en forme de canal, situé à la limite de l'hélice (modiolus) et de la lame spirale, espace appelé *canalis spiralis modioli* par Rosenthal, contient le *ganglion spiral* des nerfs. La largeur de la lame spirale osseuse, chez les animaux (chien, chat), est, d'après Corti, de 1mm,5 à 1mm,8 dans le premier tour, de 0mm,45 seulement à l'origine du crochet par lequel elle se termine; son épaisseur est de 0mm,45 à son point de départ de la columelle (modiolus), de 13-15 μ à son bord libre. Les chiffres indiqués par Henle, chez l'homme,

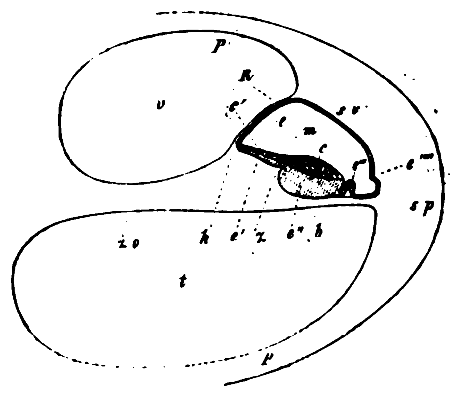


Fig. 510.

Fig. 510. — Section transversale grossie du premier tour du limaçon (sans enveloppe cartilagineuse) d'un fœtus de veau, long de 17,5 μ. — *t*, rampe tympanique; *v*, rampe vestibulaire; *m*, canal cochléaire; *zo*, portion de la lame spirale qui s'ossifiera plus tard; *h*, saillie de la bandelette sillonnée, d'où naît la membrane que j'ai appelée membrane de Reissner R, ou la membrane qui couvre, en haut, le canal cochléaire; *z*, dents de la première rangée; *b*, membrane basilaire; *sp*, ligament spiral; *pp*, périoste interne du limaçon; *sv*, région de la strie vasculaire, sur la paroi externe du canal cochléaire; *c*-*c''''*, épithélium du canal cochléaire; *e*, épithélium de la membrane de Reissner; *e'*, épithélium de la bandelette sillonnée de Corti; *e''*, épithélium très-épais de la gouttière spirale et de la bandelette perforée (moi); *cc'* membrane de Corti, reposant sur *c'* et *e''*; *c'''*, duplicature de l'épithélium, qui paraît essentiellement se transformer en fibres de Corti; *c''''*, saillie du ligament spiral, située au-dessous de la strie vasculaire, et à laquelle tous les auteurs, excepté Reissner, font insérer la membrane qui couvre le canal cochléaire.

dans les mêmes régions, sont, pour la largeur, 1mm,2 et 0mm,5, pour l'épaisseur 0mm,3 et 0mm,15. La *longueur* de toute la lame, d'après Corti, est de 21mm,37 à 23mm,60 chez les animaux.

Le *canal cochléaire* occupe la portion externe de l'espace circonscrit par le limaçon osseux, près de la paroi externe, et sépare là, si l'on veut, la rampe tympanique de la rampe vestibulaire. Sa position, toutefois, est telle qu'il appartient plutôt à la rampe vestibulaire, attendu que sa paroi tympanique, ou la lame spirale membraneuse (Corti), se trouve dans le même plan que la lame spirale osseuse. Abstraction faite de son origine et de sa terminaison (Reichert), ce canal a la même largeur dans tous les tours du limaçon (moi, Reichert); dans le limaçon d'un embryon de veau représenté figure 507, sa largeur, mesurée près de la paroi tympanique, était de 0mm,59, sa plus grande hauteur, de 0mm,56. Chez les chiens et les chats, Corti a trouvé dans tous les tours une largeur de 0mm,45. Une section du limaçon humain, représentée par Henle (fig. 595, B), concorde avec ces mesures, tandis que les données de Hensen et Henle sur la largeur de la membrane basilaire, c'est-à-dire de la portion externe de la paroi tympanique, sont avec elles dans une contradiction difficile à expliquer (v. plus bas).

La paroi tympanique du canal cochléaire présente dans sa portion interne ou *bordure de la lame spirale, limbus laminæ spiralis* (Henle), comme partie la plus remarquable, la *lèvre vestibulaire* ou la *bandelette sillonnée de Corti*. Cette bandelette consiste en une saillie, relativement épaisse, qui se développe déjà dans la région de la rampe vestibulaire, comme prolongement immédiat du périoste de la lame spirale osseuse, et dont la largeur et l'épaisseur vont en diminuant du commencement à la fin du canal cochléaire. La face inférieure de la bandelette sillonnée, dans le premier et le deuxième tour du limaçon, repose, à la place du périoste, sur les portions externes de la lame spirale osseuse; dans le dernier demi-tour, au contraire, elle n'est bornée que par l'expansion des nerfs, de sorte qu'à la rigueur elle ne forme là qu'une portion de ce qu'on appelle d'ordinaire la lame spirale membraneuse. A la face supérieure de cette couche, formée, d'après mes observations, d'un tissu conjonctif compacte d'une dureté cartilagineuse, assez homogène ou ne devenant fibrillaire que çà et là, et renfermant des corpuscules conjonctifs étoilés et quelques capillaires, se voient une série non interrompue de saillies allongées, transparentes, d'un brillant particulier, un peu élargies à leur extrémité (fig. 508, *c'*, 509, *g*) : ce sont les *dents auditives* de Huschke (*dents de la première rangée*, Corti), qui, d'après Corti, ont, dans le premier tour du limaçon, 45 μ de longueur, 9 à 11 μ de largeur et 6 et 7 μ d'épaisseur à leur base, tandis qu'elles n'ont plus que 33 μ de longueur et 6,7 μ de largeur dans le dernier tour. Chez l'homme, Henle indique 30 μ pour la longueur, 12 μ pour la largeur. Ces dents font saillie, par une de leurs faces, dans le canal cochléaire, et leurs pointes, sur lesquelles est appliquée une portion de la membrane de Corti, forment une voûte au-dessus

de l'origine de la bandelette perforée; de sorte qu'entre les deux il reste un sillon assez profond, s'ouvrant, en dehors, dans le canal cochléaire, et appelé *gouttière spirale*, sillon qui a 68, 90 à 110 μ de hauteur, chez le bœuf et le porc (fig. 508, *d*). Vers l'axe du limaçon, les dents de la première rangée se continuent directement avec des *renflements* allongés ou *côtes* qui ont la même conformation (fig. 509, *aa*) et qui, parfois, se confondent deux à deux ou se bifurquent, pour se diviser, plus en dedans, en segments de plus en plus courts et petits, dont les premiers sont allongés, les autres arrondis. Dans les sillons longitudinaux et transversaux qui séparent ces côtes et ces saillies des dents, se trouvent des corpuscules (*e*) brillants, opaques, arrondis ou allongés, ordinairement rangés en série simple, de 3,3 à 4,5 μ de diamètre, dans lesquels l'acide acétique fait voir des noyaux, et qui, sur des pièces conservées dans l'acide chromique, paraissent souvent être des cellules. L'acide acétique met aussi en évidence, çà et là, de petites cellules à noyau dans les dents et dans les côtes, devenues plus pâles et un peu gonflées. Côtes et tubercules se terminent tous, vers la columelle, sur une même ligne (fig. 509, *a*), et c'est là

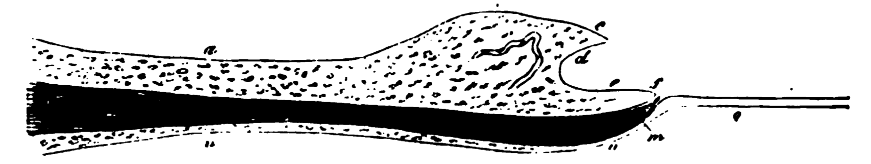


FIG. 511.

la région d'où s'élève la membrane de Reissner, qui généralement est marquée aussi par un angle saillant de la bandelette sillonnée. Quant à la signification des dents auditives et des autres saillies qu'on observe sur la bandelette sillonnée, Hensen, se basant sur des recherches embryologiques, admet qu'elles représentent des *cellules épithéliales transformées*. Il est certain que, chez les embryons, il y a là manifestement un épithélium continu (fig. 508, 510), que chez l'adulte, cet épithélium ne se retrouve pas et qu'à sa place on ne rencontre que les petits éléments arrondis dont il vient d'être question. Je ne suis donc pas éloigné d'admettre l'idée de Hensen; seulement, ce qui m'inspire des doutes, c'est que, dans la bandelette sillonnée, je n'ai trouvé aucune trace de séparation entre les couches superficielles et le tissu conjonctif sous-jacent.

La *lèvre tympanique de la bordure de la lame spirale membraneuse*

FIG. 511. — Section verticale d'une portion de la lame spirale faisant partie du deuxième tour du limaçon du bœuf, traité par l'acide chlorhydrique étendu. Grossissement de 180 diamètres. — *a*, périoste et couche osseuse ramollie de la surface vestibulaire de la zone osseuse; *b*, bandelette sillonnée (Corti), avec une anse capillaire; *c*, dents de la première rangée; *d*, gouttière spirale; *e*, bandelette perforée (moi); *f*, trous par lesquels les nerfs passent de la rampe tympanique dans la rampe vestibulaire; *l*, nerf dans l'épaisseur de la zone osseuse; *m*, extrémité de ses fibres à bords foncés; *n*, lame périostique inférieure ou tympanique; *o*, lame spirale membraneuse.

(fig. 511, *e*, *n*) se compose de deux feuillets, entre lesquels s'épanouit le nerf cochléaire et qui, au niveau du premier tour du limaçon, sont osseux dans leur portion voisine des nerfs, c'est-à-dire renferment le bord de la lame spirale osseuse. Vers la columelle, le *feuillet supérieur* (*e*), ce que j'ai appelé la *bandelette perforée*, se continue, dans la gouttière spirale, avec la lèvre vestibulaire (*b* et *c*), sans ligne de démarcation, tandis que le *feuillet inférieur* (*n*) se continue simplement avec le périoste de la lame spirale. A l'autre extrémité, les deux feuillets se réunissent et se continuent avec la membrane basilaire (*o*). *L'épaisseur* de cette lèvre tympanique, dans sa portion la plus épaisse, répond assez bien à la hauteur de la gouttière spirale; elle est donc de 70-90 μ. Vers la membrane basilaire, elle diminue rapidement, jusqu'à 30 et 20 μ. Quant à sa *largeur*, elle augmente à mesure qu'on s'élève vers la coupole du limaçon, dans la même proportion que la bandelette sillonnée se rétrécit. Examinée dans sa structure, la lèvre tympanique est formée d'une substance conjonctive transparente, homogène, contenant peu de corpuscules conjonctifs. Au point de vue de l'anatomie descriptive, elle présente, sur sa face tournée vers le canal cochléaire, les *dents apparentes* de Corti : c'est une série serrée de *saillies allongées*, de 22 μ de longueur, 4,5 μ de largeur, séparées les unes des autres par des sillons superficiels, qui se soulèvent légèrement à leur extrémité externe et retombent ensuite subitement. Ces parties sont encore situées sur la zone osseuse dans le premier tour de spire, au-dessous des dents de la première rangée; dans le deuxième et le troisième tour, elles se trouvent plus en dehors que ces dents, de façon que leur face inférieure ne touche qu'aux nerfs. Dans tout le vestibule, elles présentent, entre leurs extrémités externes, des *trous en forme de fente ou de canal*, de 2,2 à 4,5 μ de largeur, pour le passage des nerfs du limaçon, trous dont le nombre est inférieur à celui des fibres de Corti internes.

La *membrane basilaire* (Claudius), qui résulte de la réunion des deux lames de la lèvre tympanique de la gouttière spirale, doit être divisée en une portion *interne*, *bandelette couverte* (moi) et une portion *externe*, zone pectinée de Todd-Bowman. La première supporte des particules très-remarquables, dont nous devons en grande partie la découverte à Corti, et entre lesquelles ou contre lesquelles se terminent très-probablement les nerfs du limaçon. Ces particules, dans leur ensemble, forment un bourrelet spiral fortement saillant, qui parcourt le canal cochléaire et qu'on peut désigner sous le nom *d'organe* de Corti (moi) ou de *papille spirale* (Huschke).

De cet « appareil acoustique terminal » (Henle), les *fibres de Corti* (dents de la seconde rangée, Corti; bâtonnets, Claudius; fibres arquées, Hensen; bâtonnets auditifs, Henle) forment, sinon la partie la plus importante, du moins celle qui saute le plus aux yeux (fig. 512, *a e*). Ces particules en forme de bâtonnets, que mes recherches embryologiques ont prouvé n'être très-vraisemblablement *que des cellules épithéliales métamorphosées*, commencent dans la région des trous de la bandelette perforée (moi). Dans toute la longueur de la lame basilaire, elles sont placées les unes à côté des autres

et fixées à cette membrane par leurs extrémités; elles constituent ainsi, par leur ensemble, une sorte de membrane percée d'orifices en fente, qui, formant à sa partie moyenne une *saillie en dos d'âne* qui s'avance dans le canal cochléaire, peut être comparée à un pont large, mais court. Plus exactement, ces *arcs de Corti* (fig. 509 et 512) se composent de *deux espèces* de pièces, des *fibres de Corti internes et externes*, qui, bien que se ressemblant en beaucoup de points, diffèrent néanmoins entre elles sous certains rapports, notamment par leur nombre, attendu que *les fibres internes sont plus nombreuses que les externes*, comme Claudius l'a montré le premier, de telle façon que, contre trois internes, il y a environ deux externes. Les fibres internes (fig. 512, *a*, 513, *c*), qui, comme Deiters le dit avec raison, sont légèrement aplaties et moins flexibles que les externes, naissent toutes très-régulièrement sur une seule ligne, immédiatement en dehors des trous de la bandelette perforée (fig. 509), par une portion un peu élargie qui repose sur la membrane basilaire (fig. 512, 513 *b*); à l'une des faces de cette portion élargie est apposé un *noyau*, qui semble fixé à la fibre par une pellicule extrêmement ténue et que je crois devoir considérer comme la partie la plus importante de la fibre, en d'autres termes, comme le *corps de la cellule* qu'elle représente. Puis les fibres se rétrécissent quelque peu et n'ont plus, en général, que 3, 3 à 4, 5 µ de largeur. Légèrement ascendantes et placées les unes contre les autres, de façon, toutefois, à être

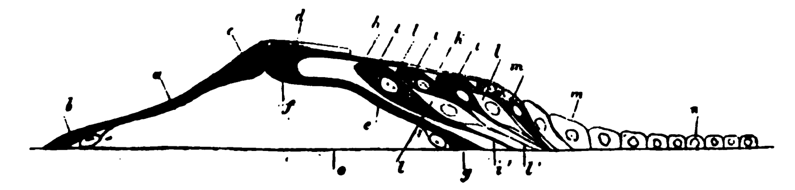


FIG. 512.

séparées par des fentes étroites, elles se dirigent en dehors et se terminent par des extrémités élargies *c* (de 5, 4 µ), très-rapprochées entre elles et situées sur un plan supérieur aux autres parties de ces fibres, extrémités qui, ainsi que je l'ai démontré, ont été considérées à tort par Corti comme des pièces distinctes (*coins articulaires internes*). Aux excavations dont sont

FIG. 512. — Aspect de l'organe de Corti vu de profil, composé d'après les observations réunies de divers auteurs. Grossissement de 540 diamètres. — *a*, fibre de Corti interne; *b*, origine de cette fibre, avec un noyau sur une de ses faces, semblant fixé à la fibre par une mince enveloppe; *c*, portion articulaire de la fibre; *d*, appendice lamelleux, dont l'union avec d'autres lames semblables forme le commencement de la membrane réticulée; *e*, fibre de Corti externe; *f*, pièce articulaire de cette fibre; *g*, terminaison de la membrane basilaire (*o*) avec un noyau sur une de ses faces; *h*, bâtonnets des fibres de Corti externes, appartenant à la membrane réticulée; *k*, portion externe de cette membrane, vue de profil; *iii*, cellules de Corti (cellules ciliées) avec (*i'*) leurs prolongements filiformes, allant à la membrane basilaire; *l*, cellules de Deiters, non ombrées, pour les rendre plus nettes; *l'l'*, prolongements supérieurs et inférieurs de ces cellules; *mm*, grosses cellules épithéliales, au côté externe de l'organe de Corti; *n*, petites cellules épithéliales, les unes et les autres sur la zone pectinée.

creusées ces ***extrémités articulaires***, s'adaptent des parties élargies ou extrémités articulaires analogues, de 7, 8 μ de largeur, appartenant aux fibres de Corti ***externes***, qui sont moins nombreuses et sensiblement cylindriques. Ces dernières se dirigent de nouveau vers la membrane basilaire, se rétrécissent à leur partie moyenne et s'insèrent enfin sur cette membrane par une extrémité élargie, triangulaire, à la face inférieure de laquelle je trouve également un renflement muni d'un ***noyau***, mais qui s'en sépare toujours facilement et ne se confond nullement avec elle d'une manière quelque peu intime. D'après Corti, la longueur des fibres, chez les animaux, est de 30 μ, pour les fibres ***internes***, dans le premier et le deuxième tour, de 34 μ dans le troisième tour; pour les fibres ***externes***, de 45-49 μ, 54-58 μ et 68 μ dans les trois tours de spire. Hensen a vu, à la base du limaçon, les deux séries de fibres mesurer 48 μ, au crochet terminal; les fibres internes avaient 55 μ, les externes 98 μ. Suivant le même auteur, la corde de l'arc formé par les fibres est de 19 μ à la base du limaçon, de 85 μ au sommet. — Je n'ai pas vu ce grand escarpement que les fibres devraient présenter d'après les premiers chiffres donnés pour la base, et je ferai remarquer que Henle indique 0mm,1 comme longueur moyenne de la corde pour toutes les parties du limaçon. Dans ce cas, les fibres de Corti étant plus longues dans la coupole du limaçon, comme l'indique aussi Hensen et non pas seulement Corti, qui ne connaissait pas leur disposition en arcade, il faudrait que ces fibres eussent une direction plus abrupte précisément dans les derniers tours de spire. — Quant à la constitution des fibres de Corti, au point de vue chimique elles n'ont pas la moindre analogie avec la membrane basilaire, dont elles ont été rapprochées par Corti et par quelques modernes; ce sont, tout au contraire, des particules ***délicates***, se ***détruisant avec facilité***, car, dans une solution étendue de potasse ou de soude caustiques, elles se dissolvent instantanément, et de même dans l'acide chlorhydrique modérément dilué. Si Henle les a vues

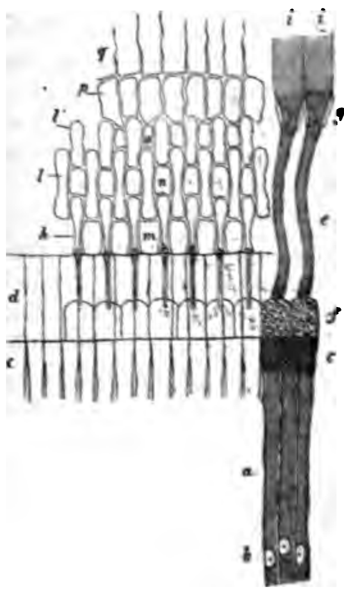


Fig. 513.

Fig. 513. — Organe de Corti et lame réticulée du limaçon, vue par en haut. Grossissement de 540 diamètres. Sur le bœuf. — Les lettres *a-k*, comme dans la figure 512 ; *i*, continuation apparente des extrémités des fibres de Corti avec les bandelettes de la zone pectinée; *l*, pièces intermédiaires internes ; *l'*, pièces intermédiaires externes ; *m*, *n*, *o*, premier, deuxième et troisième série de trous ; *p*, pièces terminales rectangulaires de la lame réticulée ; *q*, prolongements de cette lame, en forme de fibres, sur les grosses cellules épithéliales qui se trouvent au côté externe de l'organe de Corti.

se conserver dans l'acide chlorhydrique, c'est qu'indubitablement l'acide était très-faible. L'acide acétique de force moyenne les gonfle immédiatement et les rend grumeleuses intérieurement, puis les dissout rapidement chez le bœuf; de même chez le chat, où cependant son action est plus lente. L'alcool, l'éther, l'acide chromique, des solutions saturées de sels ou de sucre ratatinent les fibres de Corti; l'eau les gonfle peu à peu. Mais ces substances sont loin d'avoir sur elles la même influence destructive que sur les bâtonnets de la rétine, par exemple, et les fibres peuvent s'y conserver longtemps. Cette particularité s'observe aussi, d'ailleurs, sur de bonnes préparations à l'acide chromique, pour les bâtonnets si délicats de la rétine, et ne constitue nullement une preuve de grande inaltérabilité, comme plusieurs modernes l'ont prétendu. Dans l'interprétation des fibres de Corti, il n'est peut-être pas sans importance de remarquer que, dans certaines circonstances, les fibres externes présentent des *varicosités* (v. ma *Mikr. Anat.*, II, 2, fig. 435, 3); on peut donc y distinguer une enveloppe délicate et un contenu opaque, fait que mes observations récentes tendent à confirmer, contrairement aux résultats négatifs des recherches de Schultze, Böttcher et Deiters.

Outre les fibres de Corti, l'organe de Corti présente d'autres éléments remarquables, à savoir les *cellules ciliées* (moi), les *cellules de Déiters* et une mince lame tégumenteuse particulière, que j'ai découverte (voy. *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 756) et que j'avais appelée *lame réticulée du limaçon*. Cette dernière, *lamina velamentosa* de Deiters, bien que visible sur presque tous les limaçons, souvent, il est vrai, par fragments seulement, est une des parties les plus difficiles de l'organe quand il s'agit de déterminer exactement ses connexions. Dans les cas où elle semblait se montrer en bon état de conservation, elle avait la composition représentée fig. 513 et offrait les parties suivantes: 1° une *lame transparente* assez courte (*d*), divisée par des lignes délicates en autant de parties qu'il y a de fibres de Corti internes. Cette lame se trouve à la limite entre les fibres de Corti internes et externes; elle adhère intimement aux premières et n'est autre chose, en réalité, que la réunion des appendices spéciaux que présentent les fibres internes (fig. 512, *d*) et que j'appelle *lames* de ces fibres; — 2° *une lamelle réticulée proprement dite*, composée (*a*) de *bâtonnets assez longs, rectilignes*, un peu renflés à leur extrémité (fig. 513, *h*), dont le nombre correspond à celui des fibres de Corti externes et qui adhèrent d'une manière encore peu connue aux extrémités articulaires de ces dernières (v. aussi fig. 512, *k*); d'après Deiters, ils seraient situés dans un enfoncement de l'angle supérieur de ces fibres. Ces bâtonnets, qui se trouvent immédiatement au-dessous de la lame transparente et qui, pendant la vie, se continuent peut-être avec elle, présentent, au voisinage du bord de cette lame, un léger renflement, quelquefois grenu, et se terminent en avant par une extrémité renflée en bouton. Puis viennent (*b*) des particules plus petites situées entre les extrémités antérieures des bâtonnets, ayant la forme d'un sablier (*l*), et que je désigne sous le nom de *pièces intermédiaires internes*

(phalanges de la 2ᵉ série, Deiters) ; ensuite (c) des *pièces intermédiaires externes* (*l'*), ayant plutôt la forme d'un double cône, ou aussi celle d'un sablier, et situées entre les extrémités internes des segments internes (phalanges de la 2ᵉ série, Deiters) ; enfin (*d*) une série de *pièces terminales* (Schlussrahmen, Deiters), qui, dans certains cas, se présentent comme dans la fig. 349 de la 3ᵉ édition de cet ouvrage, dans d'autres cas, sous la forme de particules rectangulaires, placées les unes à côté des autres, comme dans la fig. 514 *p*. Dans les deux cas, ces pièces portaient des appendices filamenteux ou villeux (*q*). Entre ces pièces, qui, quelquefois, tiennent toutes ensemble et semblent former une lame unique, qui d'autres fois se montrent isolées, se trouvent *trois séries de trous* (anneaux, Böttcher; cercles, Deiters), régulièrement disposés, que j'appelle *orifices internes, moyens et externes* (*m*, *n*, *o*) de la lame réticulée. On se rendra compte des dimensions de cette lame fenêtrée en considérant que les extrémités des fibres de Corti externes qui reposent sur la membrane basilaire se trouvent sur la même ligne que la troisième série d'orifices. Quant à la nature de la lame réticulée *in toto*, je puis dire seulement qu'elle semble avoir à peu près la même constitution que les fibres de Corti, à part qu'on ne voit, dans ses diverses parties, aucune trace de noyaux ou de varicosités. Il n'est pas rare, au contraire, d'y observer des déformations de diverses natures, analogues d'ailleurs à celles que présentent parfois les fibres de Corti, évidemment molles. Tout récemment j'ai été étonné de voir très-manifestement, dans les lamelles et bâtonnets de la lame réticulée, des vacuoles indiquant une constitution assez délicate de ces parties.

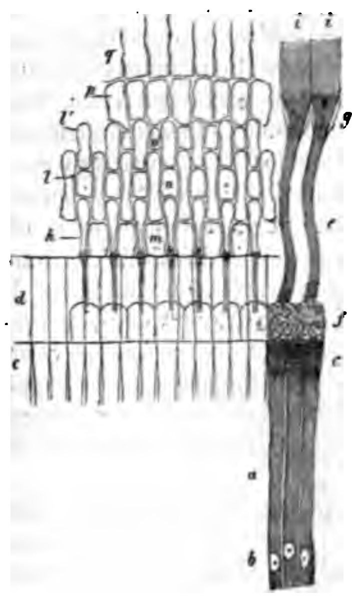


Fig. 514.

Les *cellules ciliées* (cellules pédiculées de Corti ; cellules épineuses, Leydig; cellules à bâtonnets, Hensen ; cellules externes et internes de la voûte, Henle ; fig. 512, *iii*, 521) sont les éléments les plus délicats et les plus altérables de l'organe de Corti, ce qui explique pourquoi elles n'ont pu être

Fig. 514. — Organe de Corti et lame réticulée du limaçon, vue par en haut. Grossissement de 540 diamètres. Sur le bœuf. — Les lettres *a-h*, comme dans la figure 512 ; *i*, continuation apparente des extrémités des fibres de Corti avec les bandelettes de la zone pectinée ; *l*, pièces intermédiaires internes ; *l'*, pièces intermédiaires externes ; *m*, *n*, *o*, première, deuxième et troisième série de trous ; *p*, pièces terminales rectangulaires de la lame réticulée ; *q*, prolongements de cette lame, en forme de fibres, sur les gosses cellules épithéliales qui se trouvent au côté externe de l'organe de Corti.

étudiées un peu exactement que par un petit nombre d'observateurs, parmi lesquels il faut citer avant tout Deiters, et plus récemment Hensen. Elles se divisent en *externes* et *internes*. Les *cellules ciliées internes* (fig. 521, *a*) siégent sur les extrémités des fibres de Corti internes, immédiatement derrière les pièces articulaires de ces fibres, et confinent, en arrière, à l'épithélium de la gouttière spirale, qui les couvre partiellement. Les *cellules ciliées externes* sont disposées en *trois séries* non pas successives, comme Corti l'avait avancé à tort (v. fig. 509), mais *alternes*, dans les régions des trous de la membrane réticulée, et s'étendent *en dehors* des fibres de Corti externes, dans une direction oblique, de la lame réticulée à la membrane basilaire. Ces cellules sont fixées à la lame réticulée par des surfaces terminales tronquées, au niveau des orifices de cette lame; elles se dirigent ensuite en bas dans une certaine étendue, où elles sont cylindriques, et se prolongent enfin en un mince filament; ces filaments s'insèrent, de l'autre côté des points d'insertion des fibres de Corti externes, sur la zone pectinée de la membrane basilaire; ils forment également trois séries alternes (Deiters). Toutes ces cellules sont finement granulées, pourvues d'un noyau distinct, arrondi, et tellement délicates qu'elles ne sont visibles que sur des pièces fraîches. A leur extrémité libre, elles portent un faisceau de *cils rigides*, qui sont disposés suivant un arc de cercle à convexité externe et qui semblent correspondre aux cils auditifs de la tache auditive du vestibule. — Les cellules de Deiters (cellules ciliées, Deiters, *l*) sont des cellules à noyau, fusiformes, qui ont, en somme, le même siége que les cellules ciliées, c'est-à-dire qu'elles sont disposées dans l'intervalle et au côté externe des cellules ciliées externes et se prolongent à leurs deux extrémités en filament (*l'*). L'un de ces prolongements s'insère à la lame réticulée, en particulier aux *phalanges* de cette lame et aux segments terminaux, qui ne sont que des élargissements de ces cellules (Hensen), tandis que l'autre, suivant Deiters, se réunit au prolongement d'une cellule de Corti et se fixerait, conjointement avec lui, à la membrane basilaire.

La *zone pectinée* de Todd-Bowman (fig. 509, *w'-w*) est cette portion externe, lisse sur ses deux faces, de la membrane basilaire qui se fixe, en dehors, à une saillie de la paroi externe du canal cochléaire. C'est une lame parfaitement homogène, de 10 μ d'épaisseur (12 μ, Henle; 2,2 μ, d'après Corti, ce qui est trop peu), qui, à l'exception, toutefois, des bords, paraît couverte de côtes fines et serrées, dirigées dans un sens perpendiculaire au canal du limaçon, ce qui lui donne un aspect fibroïde; suivant Henle, cet aspect dériverait de fibres véritables. En dehors, dans une petite étendue de son bord, près du canal cochléaire, cette zone semble percée de trous, qui toutefois ne la traversent point, et reçoit l'insertion d'une masse fibreuse spéciale, qui provient de ce point de la paroi limacienne où se voit une petite crête osseuse, *lame spirale accessoire* de Huschke. Cette masse fibreuse, que Todd-Bowman a décrite sous le nom de *muscle cochléaire*, ne me paraît être constituée que par du tissu conjonctif à cor-

puscules conjonctifs allongés : je l'ai appelée pour ce motif *ligament spiral*.

Les deux autres parois du canal cochléaire ont une structure bien plus simple que la membrane basilaire. La *membrane de Reissner*, abstraction faite de l'épithélium, est formée d'une mince couche de tissu conjonctif simple (c'est-à-dire de réseaux serrés de corpuscules conjonctifs), avec de nombreux capillaires, couche qui s'élève du périoste de la lame spirale osseuse à l'origine de la bandelette sillonnée et se continue, de l'autre côté, avec le périoste interne du limaçon, représentant la paroi externe dudit canal depuis le point d'attache de la membrane de Reissner jusqu'à la membrane basilaire. Dans cette paroi externe, tout contre l'épithélium du canal cochléaire, se trouve une mince couche vasculaire, *strie vasculaire de Corti*, et, immédiatement en dehors de cette strie, une lame composée de belles cellules transparentes, polyédriques, et présentant une notable analogie avec certaines formes très-simples du cartilage. Sur des fœtus de veau d'un certain âge, la membrane de Reissner était recouverte, du côté de la rampe vestibulaire, d'une couche homogène transparente, analogue à une *basement membrane*, couche qui se retrouvait, d'ailleurs, dans le reste de la rampe vestibulaire et qui semblait appartenir à la substance conjonctive du périoste, tandis que, sur les fœtus humains du 5ᵉ et du 6ᵉ mois, il y avait là un épithélium distinct.

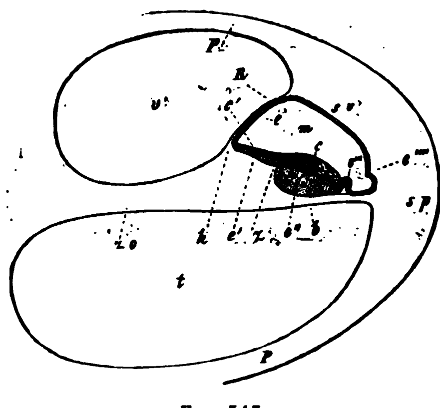


FIG. 515.

Après avoir décrit les parois du canal cochléaire, il nous reste à parler de son *épithélium*, point sur lequel les observateurs n'ont pu encore se mettre d'accord, ce qui est facile à comprendre quand on sait combien ce revêtement est délicat et fragile. Sans faire l'énumération des opinions émises précédemment, d'une valeur parfois fort douteuse, puisque aucun

FIG. 515. — Section transversale grossie du premier tour de limaçon (sans enveloppe cartilagineuse) d'un fœtus de veau, long de 17,5 μ. — *t*, rampe tympanique; *v*, rampe vestibulaire; *m*, canal cochléaire; *zo*, portion de la lame spirale qui s'ossifiera plus tard; *h*, saillie de la bandelette sillonnée, d'où naît la membrane que j'ai appelée membrane de Reissner R, ou la membrane qui couvre, en haut, le canal cochléaire; *z*, dents de la première rangée; *b*, membrane basilaire; *sp*, ligament spiral; *pp*, périoste interne du limaçon; *sv*, région de la strie vasculaire, sur la paroi externe du canal cochléaire; c–c'''', épithélium du canal cochléaire; *e*, épithélium de la membrane de Reissner; e', épithélium de la bandelette sillonnée de Corti; e'', épithélium très-épais de la gouttière spirale et de la bandelette perforée (moi); cc', membrane de Corti, reposant sur e' et e''; e''', duplicature de l'épithélium, qui paraît essentiellement se transformer en fibres de Corti; c'''', saillie du ligament spiral, située au-dessous de la strie vasculaire, et à laquelle tous les auteurs, excepté Reissner, font insérer la membrane qui couvre le canal cochléaire.

des investigateurs ne connaissait le véritable canal cochléaire, je ferai remarquer tout de suite que des coupes pratiquées sur des limaçons de fœtus

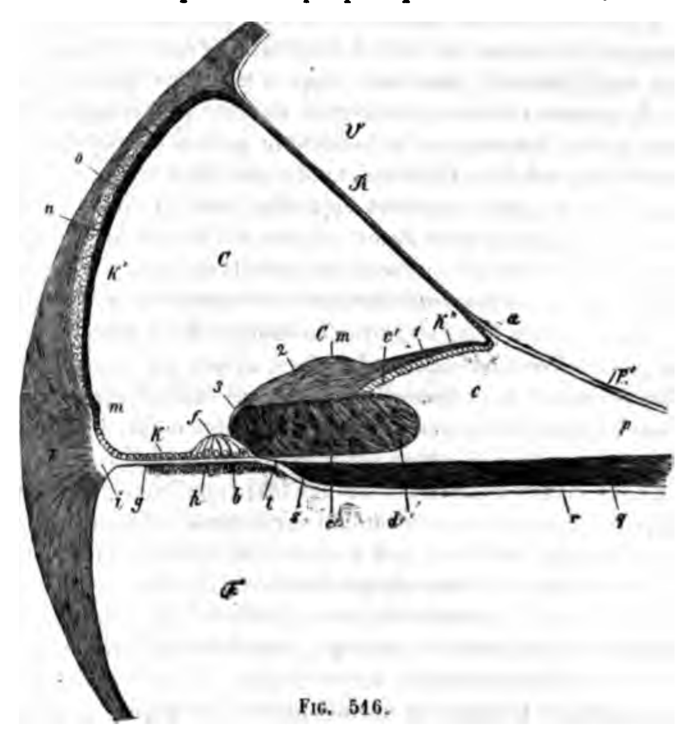


Fig. 516.

montrent que, dans l'origine, tout le canal cochléaire est revêtu d'un épithélium (fig. 515). Cet épithélium, dans la plupart des régions, est un simple épithélium pavimenteux ; mais il présente des particularités dans

Fig. 516. — Canal cochléaire et parties voisines du limaçon représenté fig. 507. Grossissement de 100 diamètres. — C, canal cochléaire (canal embryonnaire du limaçon) ; V, rampe vestibulaire ; T, rampe tympanique ; R, membrane de Reissner. — *a*, origine de cette membrane, au niveau d'une saillie de la bandelette sillonnée ou lèvre supérieure de la gouttière spirale *c* ; *b*, couche de substance conjonctive et vaisseau spiral interne, à la face inférieure de la membrane basilaire ; *c*, crête acoustique et dents auditives ; *d*, sillon spiral, avec un épithélium épais qui s'étend jusqu'à l'organe de Corti *f*, lequel, ici, n'a pas encore atteint son développement complet ; *e*, bandelette perforée ou lèvre inférieure de la gouttière spirale ; C *m*, membrane de Corti. — 1, portion interne, plus mince, de cette membrane ; 2, portion moyenne et épaisse ; 3, extrémité antérieure amincie ; *g*, zone pectinée ; *h*, bandelette arquée (*habenula arcuata*, Deiters) ; *k*, épithélium de la zone pectinée ; *k'*, épithélium de la paroi externe du canal cochléaire ; *k*, celui de la bandelette sillonnée, en partie situé dans les sillons de la bandelette et passant sur la membrane de Reissner ; *l*, ligament spiral ; *i*, partie transparente qui unit ce ligament à la zone pectinée ; *m*, saillie formée par le ligament vers l'intérieur ; *n*, lame cartilagineuse ; *o*, strie vasculaire ; *p*, périoste de la lame spirale qui, plus tard, s'ossifie dans la profondeur ; *p'*, couche externe et transparente du périoste, qui se continue sur la membrane de Reissner et sur le périoste de la rampe vestibulaire (dans ce cas, on n'a point trouvé d'épithélium du côté de la rampe vestibulaire) ; *q*, un faisceau de nerfs du limaçon ; *s*, point où cessent les fibres à bords foncés ; *t*, prolongements pâles de ces nerfs dans les canaux de la bandelette perforée ; *v*, périoste de la lame spirale du côté de la rampe tympanique, se continuant avec une portion de la paroi tympanique du canal cochléaire.

deux régions : 1° dans la gouttière spirale et sur la bandelette sillonnée; 2° dans la région du futur organe de Corti. Dans le premier point, l'épithélium est recouvert d'une espèce de cuticule particulière, dans laquelle j'ai reconnu la membrane de Corti, si énigmatique encore quant à sa situation et sa signification (v. plus bas); dans la gouttière spirale, il est épais et formé de longues cellules cylindriques, de sorte qu'il remplit cette gouttière dans toute l'étendue de la bandelette perforée, jusqu'à la hauteur des dents de la bandelette sillonnée, tandis que, dans la région de l'organe de Corti, se voit un petit bourrelet épithélial, dont la convexité rappelle d'une manière frappante celle de cet organe. Si l'on suit le développement ultérieur de cet épithélium, on reconnait les faits suivants : 1° le *petit bourrelet qui se trouve sur la membrane basilaire se transforme en organe de Corti* (la papille spirale) *avec toutes ses parties accessoires*; 2° les *fibres de Corti, ainsi que les cellules ciliées et les cellules de Deiters, ne sont que des cellules épithéliales métamorphosées, et la lame réticulée, qu'une cuticule spéciale.* — Je ne puis prétendre avoir suivi pas à pas le développement si compliqué de l'organe de Corti, comme la chose serait désirable; mais j'en ai vu suffisamment pour me croire autorisé à formuler les propositions ci-dessus énoncées. J'appellerai maintenant l'attention sur le canal cochléaire d'un fœtus de veau plus âgé, représenté fig. 516. Le bourrelet épithélial en question consiste, vers cette époque, en une simple couche de cellules assez grosses, généralement disposées perpendiculairement, cellules qui, au premier abord, présentent peu de particularités, mais qui, examinées attentivement, offrent dans leur forme et leur situation des caractères spéciaux, qu'en raison du faible grossissement la figure ne permet pas de reconnaître nettement. La première cellule s'élève immédiatement en dehors des trous de la bandelette perforée, sur une base large, triangulaire, renfermant un noyau, et son extrémité, rétrécie dans une vue de profil, est dirigée très-obliquement en dehors. La seconde cellule est tournée vers la première par son extrémité libre, amincie; sa base, élargie et à noyau, regarde en dehors. Je considère ces deux cellules comme des fibres de Corti externe et interne, qui, à cette époque, sont encore presque verticales, mais dont les bases s'écartent plus tard, ce qui peut dépendre d'un accroissement de longueur des cellules elles-mêmes, avec déplacement de leur base (v. Hensen, *l. c.*, p. 502). Puis viennent 3 ou 4 cellules plutôt piriformes ou cylindriques, dont les plus externes sont tellement obliques que leurs pointes regardent les premières cellules; et enfin 2 ou 3 cellules qui sont à peine plus grandes que celles qui, plus en dehors, recouvrent la zone pectinée. Les premières me paraissent être les cellules ciliées et les cellules de Deiters; les dernières sont probablement les précurseurs des grosses cellules épithéliales transparentes qui, comme Corti l'a découvert, couvrent l'origine de la zone pectinée (v. fig. 512), et que Hensen a appelées *cellules de soutènement*. Il n'y avait encore aucun indice de lame réticulée dans ce limaçon. J'ai fait des observations analogues sur des fœtus humains du 5ᵉ et du 6ᵉ mois; seulement les deux premières cellules épithéliales de l'organe

de Corti montraient encore plus d'analogie avec les fibres de Corti que celles des fœtus de veau dont il vient d'être question. — Ces premiers rudiments formés, l'organe de Corti se développe rapidement; chez le fœtus à terme et chez les fœtus de veau de 18 centimètres de longueur, il se présente avec toutes ses parties, si ce n'est que, chez l'homme du moins, la membrane réticulée est encore très-délicate et que ses segments les plus externes, d'après mes observations, ne sont pas encore développés.

2° Le *bourrélêt épithélial épais* qui remplit la gouttière spirale (fig. 508, *d* et 515, *e*) du limaçon chez les plus jeunes fœtus (organe de Kölliker, Hensen), se montre exactement sous le même aspect sur des fœtus de veau plus âgés (fig. 508). Il présente, au-dessous des dents mêmes, des cellules plus ou moins longues ou larges, cylindriques, peut-être en une seule couche, tandis que, plus en avant, vers l'organe de Corti, les éléments sont plus étroits, plus délicats et, comme je crois pouvoir le soutenir, disposés en couches multiples. Sur des veaux de 2-3 semaines, ce bourrelet épithélial existe encore avec les mêmes caractères, et je puis dire maintenant qu'il ne fait pas défaut non plus chez les animaux adultes. Effectivement, depuis longtemps Claudius a prétendu que le *demi-canal* spiral est rempli de cellules, et la même chose est affirmée par Deiters, qui dit seulement que les cellules sont tenues réunies par une sorte de canevas conjonctif, opinion qui, d'après mes dernières recherches, n'est pas exacte. Il n'est pas difficile, en effet, de trouver dans toute l'étendue où, chez les fœtus de veau, il existe des cellules, depuis la gouttière spirale jusque sur les fibres de Corti internes, une puissante couche de cellules épithéliales soit arrondies ou polygonales, soit allongées. Mais il m'a toujours paru impossible jusqu'ici de les obtenir avec la continuité et dans la position nécessaires pour pouvoir en prendre le dessin, et se convaincre si le bourrelet épithélial possède aussi dans la suite la même puissance et la même conformation qu'antérieurement. Je n'en crois pas moins devoir admettre, me basant non-seulement sur l'aspect des cellules en question, vues de profil, mais encore sur cette double circonstance : 1° que les limaçons de fœtus dans lesquels le bourrelet se voyait encore complétement étaient déjà très-grands; 2° que la membrane de Corti, à laquelle ce bourrelet est sous-jacent, se présente, chez les animaux adultes, exactement comme à une période antérieure. Quant aux détails secondaires, tels, par exemple, que la question de savoir si plus tard le bourrelet épithélial dépasse encore l'organe de Corti, comme on le voit dans la fig. 508, ils resteront naturellement indécis tant qu'on ne réussira pas, sur des animaux adultes, à conserver assez bien ces parties délicates pour permettre un examen approfondi. Sur des *fœtus humains*, j'ai trouvé les cellules de ce bourrelet épithélial plutôt *arrondies*, et c'est aussi sous cette forme qu'elles se montrent chez l'adulte, où cependant les cellules sont également plus petites et plus granulées vers l'organe de Corti, plus grosses et plus transparentes dans la gouttière. Il en est de même chez le chat (fig. 520); *seulement, chez cet animal, la gouttière paraît n'être pas remplie par l'épithélium.*

La *membrane de Corti* (membrana tectoria, Claudius, fig. 508, *m C*), dont mes recherches embryologiques ont démontré l'apparition précoce sous la forme d'une cuticule recouvrant une portion de l'épithélium du canal cochléaire, et dont on peut apprécier la situation et la conformation sur la figure, existe avec les mêmes caractères chez l'adulte. Elle recouvre, comme il résulte de mes observations sur des fœtus de veau, la bandelette sillonnée dans toutes les parties du limaçon, à partir du point d'où se détache la membrane de Reissner, et accompagne ensuite l'épithélium dans la gouttière spirale et sur la bandelette perforée, soit que cet épithélium forme un bourrelet épais remplissant la gouttière, soit qu'il constitue une simple couche sur son plancher. A l'extrémité antérieure de ce bourrelet, la membrane, brusquement amincie, pénètre encore dans la fente qui existe entre ce dernier et l'organe de Corti et paraît se terminer sans contracter de liaison avec la lame réticulée. Son épaisseur maxima, chez le bœuf, s'élève à 45 µ; quant à sa structure, cette membrane est finement striée, comme composée de fibres qui, sur les faces, seraient dirigées surtout en travers, sur des sections, suivant des arcs de cercle parallèles au bord libre ; mais ces fibres ne peuvent être isolées. L'*extrémité interne* de la membrane, reposant sur la bandelette sillonnée, présente, à sa face inférieure, des empreintes de cellules (*Würzb. nat. Zeitschr.*, II, p. 4) qui donnent à cette portion de la membrane un aspect réticulé, observé également par Hensen, Löwenberg et Henle ; à son bord libre, elle se continue avec une véritable *bordure rétiforme*, remarquée aussi par Deiters et Henle. Les propriétés chimiques de cette membrane ont été peu étudiées; mais il est certain qu'elle oppose aux divers réactifs plus de résistance que les fibres de Corti, et qu'elle se rapproche de la membrane basilaire.

3° Dans les autres parties du canal cochléaire, l'épithélium conserve à peu près les caractères qu'il présente chez le fœtus. Nous ne mentionnerons que les particularités suivantes. Sur la bandelette sillonnée, qui, chez le fœtus, possède un épithélium continu au-dessous de la membrane de Corti, je ne trouve un tel épithélium, chez l'adulte, que vers le point de départ de la membrane de Reissner, nullement plus en avant. Mais je crois, comme je l'ai fait remarquer plus haut, que les corpuscules qui existent dans les sillons de cette bandelette, dans lesquels je vois, avec Deiters, des cellules à noyau en forme de cylindres courts, doivent être considérés en partie comme un épithélium, qui offrirait ainsi des solutions de continuité. — Plus tard, l'épithélium, sur la membrane de Reissner, est aplati et formé d'assez grosses cellules polyédriques. Je le retrouve plus petit, mais un peu plus épais, sur la paroi externe du canal cochléaire et sur la zone pectinée, à l'exception des régions attenantes à l'organe de Corti, où se rencontrent, comme il a été dit, de grosses cellules arrondies (fig. 509 *u*, 512), que Deiters figure trop gonflées. Sur ces cellules paraissent s'étendre des prolongements de la lame réticulée, que certainement Deiters considère à tort comme formés de substance conjonctive. Je ferai observer, en outre, que *j'ai vu également des indices de*

cuticule dans la région de la strie vasculaire, sans pourtant être en état de trancher cette question.

Les *nerfs du limaçon* traversent les canalicules de la columelle et s'engagent dans les cavités creusées dans la zone osseuse, pour constituer dans toute l'étendue de cette zone un plexus serré, formé de tubes à contours foncés et de 3,3 μ de largeur. Corti a découvert que, dans une région déterminée de ce plexus, non loin du bord de la zone, dans le canal spiral de la columelle, on trouve un amas, de 0mm,22 de largeur initiale, de cellules ganglionnaires *bipolaires*, ovalaires, petites (24 à 35 μ de longueur), pâles, qui, très-probablement, sont situées sur le trajet de toutes les fibres des nerfs du limaçon. Les tubes nerveux à contours foncés qui, de ce *ganglion de Corti ou spiral, bandelette ganglionnaire* de Corti, se dirigent vers l'extérieur, se réunissent de nouveau en faisceaux aplatis, anastomosés en réseau au commencement, puis simplement parallèles entre eux, et qui, vers le bec de la lame spirale osseuse, deviennent de plus en plus lâches, de sorte que, sur ce dernier, les fibres sont disposées sur un plan unique ou même séparées les unes des autres par des espaces vides. Les extrémités des fibres, pour tous les faisceaux et tubes juxtaposés, se trouvent constamment sur une même ligne. Dans le premier tour du limaçon, elles sont un peu plus rapprochées de la paroi externe du limaçon que dans les autres; de plus, elles sont encore entre les deux lames de la zone osseuse, mais exactement sur leur bord. Dans le second tour, elles sont déjà à 45 ou 68 μ en dehors de ces lames, à la face intérieure de la bandelette perforée. Dans le dernier demi-tour, enfin, elles forment une bande de 0mm,18 à 0mm,20 de largeur, également sur la face inférieure de la bandelette sillonnée. Mais, dans ces deux dernières régions, les nerfs ne se

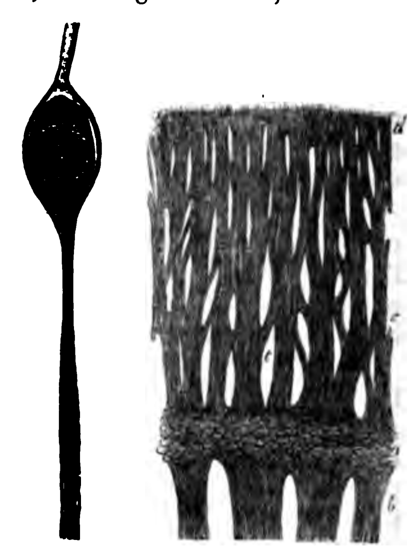


FIG. 517. FIG. 518.

FIG. 517. — Cellule ganglionnaire bipolaire du ganglion spiral d'un porc. Grossissement de 350 diam. D'après Corti.

FIG. 518. — Plexus terminal des nerfs cochléaires à contours foncés qui se trouve dans la zone osseuse du premier tour du limaçon chez le bœuf. Grossissement de 100 diam. Pièce traitée par l'acide chlorhydrique. — *a*, bandelette ganglionnaire de Corti, offrant de nombreuses fibres nerveuses transversales dont la largeur est de 0mm,22 à 0mm,45 ; *b*, troncs de 0mm,2 à 0mm,45 de largeur qui de la columelle pénètrent dans ce plexus ; — *c*, branches de 53 à 200 μ de largeur qui émergent de la couche des cellules nerveuses, s'anastomosent fréquemment entre elles et se continuent en *d* avec un ourlet continu, de 53 à 90 μ de largeur.

montrent pas à nu dans la rampe tympanique; ils sont recouverts par le périoste de la face inférieure de la zone osseuse. La véritable terminaison des tubes nerveux, qui, à la fin, n'ont plus que 22 μ de largeur, a été décrite de la manière suivante par Corti et par plusieurs autres auteurs : tout à coup ces tubes pâlissent, ils deviennent encore plus fins et se terminent enfin par une extrémité libre. Mais j'ai démontré, en 1854, que tous ces tubes nerveux pâles et amincis traversent les trous de la bandelette perforée et passent dans l'espace qu'autrefois on rattachait à la rampe vestibulaire, et qui n'est autre chose que la cavité du canal cochléaire. Plus exactement, les fibres acoustiques se divisent, au-dessous de chaque canal, en *petits faisceaux*, qui, amincis subitement et pâlis (ce sont là les corpuscules allongés et brillants de Henle, *Splanchn.*, fig. 612), passent ensuite par les canaux; à cette disposition fait exception seulement la columelle, où les tubes nerveux pénètrent isolément dans le canal cochléaire (v. *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 751, 754). Le mode de terminaison de ces nerfs n'est pas encore connu. Mais on peut considérer comme certain, ainsi que M. Schultze l'a indiqué le premier, qu'après avoir pénétré dans le canal cochléaire, ils ne représentent plus que des filaments très-fins, pâles et variqueux, et qu'ils se terminent quelque part dans l'organe de Corti.

Les *vaisseaux du limaçon* sont très-fins, mais fort nombreux; ils se distribuent dans le périoste des parois du canal cochléaire et dans la lame spirale. Ceux du périoste forment partout des réseaux capillaires; en outre, dans le canal cochléaire, immédiatement au-dessus du ligament spiral, ils fournissent une bande vasculaire spéciale, la *strie vasculaire* de Corti, qui, bien que se continuant avec les vaisseaux du périoste, recouvre cependant ce dernier et semble comme enfoui dans les cellules épithéliales, en partie de couleur brune. Dans la portion osseuse de la zone spirale, et au milieu des expansions nerveuses de cette zone, on observe un riche réseau capillaire, qui communique avec le *vaisseau spiral*, canal sanguin situé à la face inférieure ou tympanique de la zone membraneuse, dans toute l'étendue du limaçon. Ce vaisseau, probablement de nature veineuse, se trouve toujours au-dessous de la région de l'organe de Corti, tantôt plus en dedans, tantôt plus en dehors; dans le dernier demi-tour, c'est un simple capillaire de 9 μ de largeur; vers la base du limaçon, il grossit peu à peu, et présente en dernier lieu 28 μ de largeur et des parois composées de deux tuniques distinctes. Dans quelques cas rares, on trouve à l'endroit mentionné deux vaisseaux spiraux; Corti a rencontré deux fois, sur l'homme et sur le mouton, un autre vaisseau spiral, plus externe, situé près du ligament spiral, sur la zone pectinée; mais ce vaisseau ne communiquait point avec les vaisseaux internes, car la zone pectinée, en général, est dépourvue de vaisseaux sanguins. Les vaisseaux de la lame spirale, au contraire, sont en communication avec ceux du périoste de la paroi externe du limaçon par des réseaux ténus qui, du périoste de sa face vestibulaire, où ils pénètrent aussi dans la bandelette sillonnée, se portent sur la membrane de Reissner et la parcourent.

Un mot, pour terminer, sur le *nerf acoustique*. Les tubes nerveux qui composent le tronc de ce nerf ont 4,5 à 11 μ de largeur, chez l'homme; ils possèdent un névrilème très-délicat et se détruisent avec une extrême facilité. Entre ces tubes, on trouve, dans le tronc et même dans les nerfs vestibulaires et cochléaires, de nombreuses cellules *bipolaires* ou unipolaires, les unes pâles, les autres colorées; ces cellules ont de 45 à 150 μ de diamètre, chez l'homme et les mammifères. Des cellules analogues, mais plus petites, se rencontrent dans le limaçon, comme il a été dit plus haut, ainsi *que le long des rameaux nerveux du vestibule* (Pappenheim, Corti).

Pour ce qui est du *développement* de l'organe de l'audition, et en particulier du limaçon, je renvoie à mon *Histoire du développement*.

Les recherches histologiques sur le limaçon ne commencent qu'avec Todd-Bowman et surtout Corti, dont la remarquable monographie sera toujours le point de départ de tout observateur. Corti a découvert, outre une foule d'autres détails, le ganglion du nerf du limaçon, l'organe si compliqué qui se trouve sur la membrane basilaire et auquel il a donné son nom, ainsi que la membrane qui recouvre la bandelette sillonnée; c'est lui aussi qui a donné la première description exacte et détaillée de la lame spirale. Mais il n'a pu démêler le vrai mode de terminaison des nerfs du limaçon, qu'il croit finir par des extrémités libres dans la rampe tympanique. C'est alors que je démontrai que ces nerfs passent, réunis en petits faisceaux, par les trous de la bandelette perforée dans la prétendue rampe vestibulaire, précisément là où commencent les fibres de Corti internes, et c'est ainsi que, sous l'influence des observations de H. Müller et des miennes sur la rétine, et me fondant sur la démonstration que les fibres de Corti, quant à leurs propriétés chimiques, ne ressemblent nullement à la membrane basilaire, avec laquelle Corti les avait rangées, mais sont, au contraire, des éléments délicats et fragiles, j'arrivai à cette supposition que les fibres de Corti représentent les véritables extrémités des nerfs du limaçon conformées d'une façon spéciale. Cette hypothèse, qui, telle qu'elle se présente maintenant, était erronée, fut d'abord ébranlée par l'observation de Claudius, qui constata que les fibres de Corti internes et externes ne se correspondent pas quant au nombre. Plus tard, M. Schultze reconnut, en outre, que les fibres du nerf auditif continuent leur trajet au delà des trous de la bandelette perforée, sous la forme de fibrilles variqueuses extrêmement ténues. Je ne pus que confirmer ces données et, dès la 3e édition de cet ouvrage, je me déterminai, non pas cependant d'une manière définitive, à me rallier plutôt à l'opinion de Corti, admise également par M. Schultze, d'après laquelle l'organe de Corti serait un appareil auxiliaire pour la production de l'audition dans le limaçon. Quand j'eus ensuite démontré par mes recherches embryologiques que l'organe de Corti tout entier procède de l'épithélium du canal cochléaire, et qu'il devint certain qu'à une époque où les nerfs du limaçon sont déjà fort bien développés, les fibres de Corti sont encore complétement épithéliales et sous une forme qui exclut toute idée d'union entre ces fibres et les fibres nerveuses, j'adoptai définitivement cette manière de voir (4e édit.) qui, d'ailleurs, reçut l'assentiment général.

Relativement aux autres acquisitions de cette époque, voici ce qui est à mentionner. Claudius améliora les descriptions de Corti et de moi, non-seulement en démontrant que les fibres de Corti internes sont plus nombreuses que les externes, mais encore en montrant, le premier, que les fibres de Corti externes sont fixées à la membrane basilaire et que l'organe tout entier forme une sorte de pont sur la portion correspondante de cette membrane. Quant à *moi*, je découvris la membrane réticulée de l'organe de Corti, qui fut ensuite mieux décrite simultanément par M. Schultze et par moi, et dont Böttcher et Deiters donnèrent plus tard de nouvelles descriptions. Ces derniers investigateurs se rendirent méritants par des recherches approfondies

sur les parties attenantes à la membrane basilaire, et si les résultats qu'ils ont obtenus ne concordent pas toujours entre eux et avec ceux des autres anatomistes, il ne faut pas oublier qu'il s'agit ici d'un des points les plus difficiles de tout le domaine de l'anatomie microscopique. Comme nous aurons à nous occuper plus loin de plusieurs autres détails encore controversés, je dirai seulement ici que Böttcher a montré le premier que les trous de la bandelette perforée et les fibres de Corti internes ne se correspondent pas, et qu'au côté interne des fibres de Corti externes, d'autres fibres se rendent à la membrane basilaire, dans lesquelles Deiters a reconnu les prolongements des cellules ciliées, que, d'une manière générale, il a mieux décrites qu'on ne l'avait fait avant lui. De même, nous devons à Deiters des notions plus exactes sur les cellules qui portent son nom, et dont Böttcher, du reste, avait déjà constaté les traces, et aussi de belles recherches sur le limaçon des oiseaux et des amphibies.

Un jalon important dans l'histoire des investigations sur le limaçon est constitué, je crois pouvoir le dire, par les recherches embryologiques de Reissner et de moi. Reissner décrivit d'abord en 1864, sur des fœtus, le canal moyen du limaçon et une seconde lamelle spirale fermant ce canal, la membrane de Reissner (moi), en annonçant que l'espace en question, qui ne serait autre chose que le canal cochléaire fœtal, se trouve aussi sur des animaux adultes. Aucun des explorateurs qui vinrent après lui, à l'exception de Reichert, qui déclara simplement se ranger à l'avis de Reissner (*Müll. Arch.*, 1857, Jahresber, p. 84), ne comprit ces données importantes, jusqu'au moment où, par mes recherches sur le fœtus, je les confirmai et les développai en plusieurs points. Je fis voir, en particulier, que de très-bonne heure le canal cochléaire possède, dans une seule région, un épithélium épais, et que d'une portion de ce revêtement procède l'organe de Corti, tandis que le reste persiste comme revêtement de la gouttière spirale. J'assignai ensuite, pour la première fois, à la membrane de Corti sa véritable position et j'établis sa signification anatomique comme formation cuticulaire, ce qui me parut être probablement aussi le caractère de la lame réticulée, si énigmatique. Grâce à ces faits, il fut possible d'établir en même temps une comparaison entre les dispositions que présente le limaçon chez les mammifères et celles qu'on trouve dans le vestibule et dans les ampoules, et l'on parvint à mieux comprendre le mode de terminaison des nerfs dans le premier de ces organes. —Depuis lors, Hensen, Löwenberg et Henle, par des études consciencieuses, ont augmenté nos connaissances sur le limaçon, ainsi que cela a été exposé en partie dans ce paragraphe. Nous devons ensuite à Reichert un remarquable travail descriptif sur les cavités et parties molles du labyrinthe. Pour ce qui est des caractères microscopiques indiqués par Reichert, je les trouve, en somme, peu satisfaisants et je dois dire que beaucoup de points me paraissent incompréhensibles ou erronés. J'ai été surtout étonné de voir que Reichert, qui met si fort en avant combien le canal cochléaire lui est depuis longtemps familier, ne sait pas seulement que la membrane de Corti ne participe en rien à la formation de la membrane de Reissner.

Il me reste maintenant à traiter en détail quelques points douteux ou difficiles et à faire quelques additions secondaires.

Relativement aux *fibres de Corti*, étant démontré qu'elles naissent aux dépens des cellules épithéliales du canal cochléaire, plusieurs questions controversées jusqu'ici perdent toute importance, d'autres sont simplifiées. Ainsi, personne ne soutiendra plus que ces fibres ont les mêmes caractères chimiques que la membrane basilaire, formée de substance conjonctive et constituant une portion de la paroi du canal cochléaire, ni ne révoquera en doute mes données sur leur grande délicatesse. Je n'ai employé, du reste, le mot délicatesse qu'en vue de la membrane basilaire, et tout le monde sait que les cellules ciliées, par exemple, sont incomparablement plus altérables et plus délicates encore. Je suis donc porté à admettre que le contenu des cellules épithéliales, qui deviennent des fibres de Corti, prend une constitution spéciale, plus solide que dans les cellules ordinaires. — Dans l'état actuel des choses, l'idée

que les noyaux situés au-dessous des extrémités des deux espèces de fibres de Corti appartiennent à ces fibres, trouvera moins de contradicteurs qu'autrefois : j'accorderai cependant qu'il est très-difficile ici de porter un jugement certain. Sur les meilleures préparations que j'ai vues, les parties se présentent comme dans la fig. 512 ; je comparerais volontiers leur disposition à celle des fibres musculaires dont les noyaux superficiels soulèvent une portion du sarcolemme. Je ne prétends pas, du reste, avoir vu une enveloppe sur le trajet ultérieur des fibres de Corti internes ; mais pour ce qui est des fibres externes, *il est certain que cette enveloppe existe*, car j'ai revu récemment et avec les caractères figurés autrefois (*Mikr. Anat.*, fig. 435, 3) les varicosités dont il a été question plus haut, et au sujet desquelles je dois faire remarquer encore qu'elles ne se rencontraient que sur les fibres externes : or, ces caractères indiquaient que d'espace en espace une enveloppe était soulevée à la surface de la fibre de Corti ou sur la portion articulaire. — Relativement à l'union des fibres de Corti avec la membrane de Corti, il paraît certain maintenant qu'elle ne constitue point une fusion. Toutefois les extrémités arrachées des fibres restent souvent accolées à la membrane basilaire, et assez fréquemment j'ai vu (v. fig. 513) des préparations conformes aux dessins de Böttcher et Deiters, représentant la transition entre les extrémités des fibres externes et les crêtes ou bandelettes de la zone pectinée. Mais assez souvent aussi les fibres s'étaient si nettement détachées qu'il était impossible d'en découvrir la moindre trace sur la membrane basilaire. Je ne vois donc aucun motif d'admettre, avec Böttcher, que les tractus en question sont la continuation des fibres de Corti, abstraction faite de cette circonstance que j'ai vu de nouveau, chez le bœuf, des stries, à la vérité très-fines, sur la *habenula tecta*, au-dessous de l'organe de Corti. — Parmi les descriptions des fibres de Corti, celle de Deiters est la plus soignée ; j'y renvoie donc pour plus de détails.

C'est aussi Deiters qui a le mieux décrit ma lame réticulée ; après des recherches réitérées, je suis d'accord avec lui sur presque tous les points. Dans ma première description, je m'étais trompé en ce sens que je n'avais pas rapporté les bâtonnets droits aux fibres externes, auxquelles ils répondent par le nombre. Mais, précédemment déjà, j'avais mentionné la délicatesse des parties (j'avais annoncé formellement que ma gravure était mal réussie), l'aspect souvent réticulé de l'ensemble et l'existence de segments terminaux rectangulaires. Si ma manière actuelle d'envisager les lames est exacte, c'est-à-dire si elles sont véritablement une formation cuticulaire, analogue à la membrane de Corti et à la lame fenêtrée ou membrana tectoria de l'appareil auditif des oiseaux, des amphibies et des poissons, telle que l'ont décrite Deiters, Lang et C. Hasse, il en résultera tant de lumière pour tout l'ensemble que peut-être cette organisation si compliquée deviendra intelligible. Toutefois, ce qui va suivre ne devra être pris qu'à titre d'essai préliminaire. La lame transparente des fibres de Corti internes, ou mieux les lamelles qui la composent, sont unies avec ces fibres d'une manière si intime, que provisoirement je serais fortement tenté de les considérer comme des prolongements immédiats des fibres ; mais des productions cuticulaires de cette forme n'existeraient pas sans pièces latérales. Les bâtonnets rectilignes qu'on trouve près des fibres externes leur sont plus lâchement unis et pourraient, par conséquent, être pris plutôt pour des produits de sécrétion externes. Le réseau lui-même me *paraît être une lame continue très-délicate* avec épaississements locaux, ayant l'aspect de fibres. Comme ce réseau peut se diviser, au moins partiellement, en segments distincts, il faudrait admettre, à supposer exacte l'interprétation, *que chaque segment correspond à une cellule particulière de l'organe de Corti.* Pour les trois rangées de trous, auxquels adhèrent quelquefois de petits corpuscules qui doivent peut-être leur origine à de petites pellicules obstruant ces trous, on établirait facilement, dans cette hypothèse, qu'elles sont en connexion avec les trois rangées de cellules ciliées externes. Quant aux pièces intermédiaires et terminales, il n'y a que les cellules de Deiters auxquelles on pourrait les rapporter ; et effectivement Hensen a montré que ces éléments doivent être réunis, comme cela avait déjà été vu par Deiters et par moi

(4ᵉ édit., p. 714). — Je considère comme un prolongement de la lame réticulée des filaments que j'ai trouvés sur les pièces terminales et qui, suivant Deiters, se rendent dans un réseau recouvrant les cellules volumineuses situées au delà de l'organe de Corti, réseau que j'ai vu aussi. Comme ces cellules, d'après mes recherches sur le fœtus, appartiennent à l'épithélium du canal cochléaire aussi manifestement que les cellules de l'organe de Corti, il est encore naturel ici d'éloigner l'idée de tissu conjonctif, et l'on peut à peine imaginer une autre interprétation du réseau à larges mailles en question, que celle qui en forme une cuticule qui n'aurait pas atteint son développement complet.

Je savais depuis longtemps que les *cellules ciliées* se terminent par un filament (*Mikr. Anat.*, fig. 435, 2 *e*); mais je ne connaissais pas le siége de ces cellules entre la lame réticulée et la membrane basilaire, non plus que leur fixation sur cette dernière. Relativement à ces deux points, je me suis maintenant suffisamment assuré de l'exactitude des données de Deiters; je ferai remarquer seulement que, sinon chez les carnivores, du moins chez le bœuf, ces prolongements de cellules se détachent avec une extrême facilité de la membrane basilaire, sans laisser de traces. Quant aux *cellules de Deiters*, il m'a été impossible jusqu'ici de me former une idée certaine relativement à leur prolongement inférieur, et je me vois obligé de m'en rapporter, pour le moment, aux descriptions de Deiters.

La *membrane de Corti* a été suffisamment élucidée, quant à sa signification et son siége, par mes recherches embryologiques; mes figures 508 et 510, je me permets de le soutenir en face des remarques de Henle (*Spl.*, p. 801), en ont donné les premières représentations exactes; mais il reste à mieux déterminer l'extrémité externe de la membrane. D'après mes observations (4ᵉ édit.), elle s'amincit vers l'organe de Corti, non-seulement chez le fœtus (fig. 508), mais aussi chez l'animal adulte, et elle prend alors un aspect nouveau et spécial, dont Böttcher (*Virch. Arch.*, XVII, fig. 1) et Deiters (fig. 3, 4) n'ont vu que des indices, qu'au contraire Henle a figurée (fig. 618, 3) et que Löwenberg semble avoir vue également. Cet aspect dépend de ce que la membrane se décompose en un *réseau* de fibres pâles, plus ou moins larges, qui se dirigent très-régulièrement dans le sens de la longueur (parallèlement à l'axe du canal cochléaire) et dans celui de la largeur et forment, en s'unissant entre elles, de larges mailles rectangulaires. L'union de ce rebord étroit avec la portion moyenne plus épaisse de la membrane de Corti se fait par des dentelures plus ou moins larges, qui forment le bord externe de cette portion; c'est là, sans doute, ce qui explique pourquoi ce bord se détache si souvent du reste de la membrane, et passe ensuite inaperçu, en raison de sa grande transparence, ou se replie en dessous. D'après ce que j'ai vu sur des fœtus, ce rebord réticulé semble se terminer là où l'épithélium épais de la gouttière spirale touche aux fibres de Corti internes. Il ne serait pas impossible, cependant, qu'il s'étendît jusqu'à la lame réticulée et lui fût uni; dans ce cas, une formation cuticulaire continue s'étendrait depuis la membrane de Reissner jusqu'au-dessus de l'organe de Corti. — Dernièrement Löwenberg a avancé, relativement à la terminaison de la membrane de Corti, qu'elle se fixe à la paroi externe du canal cochléaire, au-dessus de l'insertion de la membrane basilaire au ligament spiral, et qu'elle forme un pont au-dessus d'un espace libre qui se trouve en dehors de l'organe de Corti et qu'il appelle *canal de la lame spirale; de sorte que le canal cochléaire se diviserait en deux portions*, l'une vestibulaire, entre la membrane de Reissner et celle de Corti, l'autre tympanique, entre cette dernière et la membrane basilaire. Ainsi se trouve réintégrée par Löwenberg ma *rampe moyenne* d'autrefois (3ᵉ édit., fig. 346) ou l'espace décrit par Claudius, Böttcher, Deiters et moi entre la membrane de Corti et la membrane basilaire. Dans l'intervalle, cette supposition a été complétée par les notions que nous avons acquises sur la membrane de Reissner et le canal cochléaire. — En ce qui me concerne, je ne me sens pas encore en état de donner une solution précise relativement au mode de terminaison de la membrane de Corti en dehors. Je ferai néanmoins à ce sujet les remarques suivantes :

1° Sur de bonnes coupes de limaçons de fœtus, où la membrane de Corti éta

conservée *in situ* (fig. 508, 510), on ne voyait aucune trace d'insertion sur la paroi interne du limaçon ; il y avait aussi à ce niveau un épithélium non interrompu.

2° Les segments principaux de la membrane de Corti, c'est-à-dire les zones interne et moyenne, reposent bien certainement, comme je l'ai le premier indiqué, sur la bandelette sillonnée et sur l'épithélium de la gouttière spirale, jusqu'à la zone interne de cellules ciliées, dans la région des extrémités articulaires des fibres de Corti internes; jamais je n'ai vu la membrane s'étendre dans la région des cellules ciliées externes, comme Hensen le prétend. Il est difficile, cependant, dans des questions si difficiles, de se prononcer d'une manière catégorique. Quoi qu'il en soit, dans aucun cas la deuxième zone de la membrane ne s'étendrait au-delà de la papille spirale, et la troisième zone, qui est réticulée, devrait passer au-dessus de la zone pectinée de la membrane basilaire ; mais jusqu'ici elle n'a pas été vue suffisamment large pour cela, mais seulement sous l'aspect d'une bordure étroite.

3° Au bord libre de la deuxième zone de la membrane de Corti se trouve la marque d'un canal, dans lequel j'ai cru quelquefois reconnaître un vaisseau sanguin (Handb., 3e édit., p. 670), observation énigmatique, à laquelle se joignent de nouvelles communications de Henle et de Löwenberg sur un espace analogue.

4° Fondé sur mes recherches embryologiques, je tiens comme certain que la membrane de Corti est un produit d'exsudation cellulaire ou une cuticule. Conséquemment, il est tout à fait impossible qu'elle s'unisse au périoste de la paroi externe du canal cochléaire. D'ailleurs, je ne connais point de cuticule qui soit séparée de ses cellules formatrices par un espace vide. Si donc la troisième zone de la membrane de Corti s'étend véritablement jusqu'à la paroi externe du canal cochléaire, je ne vois qu'une seule supposition possible, c'est que, recouvrant l'épithélium de la zone pectinée, elle atteigne la paroi interne et passe sur elle.

5° Quelques investigateurs ont réellement observé une *formation cuticulaire* sur la paroi externe du canal cochléaire. Deiters figure quelque chose d'analogue (fig. 1) dans la région du petit bourrelet (fig. 508 *m*), qui se trouve au-dessous de la strie vasculaire, là où Löwenberg place également l'insertion de la membrane de Corti. Henle, au contraire, représente un tel fragment notablement plus bas (fig. 617, *l*), et, quant à moi, j'ai dit (4e édit., p. 710) et j'ai répété plus haut (p. 728) que j'ai rencontré des traces de cuticule dans la région de la strie vasculaire, et p. 731 j'ai annoncé que Deiters et moi nous avions constaté que la lame réticulée, qui est une lame cuticulaire, envoie des prolongements sur l'épithélium de la zone pectinée.

De tout cela il me paraît résulter, ou bien que la membrane de Corti, par sa troisième zone, s'applique sur l'épithélium de la zone pectinée et s'étend jusqu'à la paroi externe du canal cochléaire, ou bien qu'il existe là une cuticule particulière, dont les lambeaux ont été pris pour la terminaison de la membrane de Corti. Dans tous les cas, Deiters et Henle en conviennent ouvertement, personne n'a encore vu la membrane de Corti tendue et intacte de l'une à l'autre paroi. La figure 1 de Löwenberg, où l'on voit, à un grossissement de 80 diamètres, des noyaux et des cellules épithéliales d'un volume gigantesque, me paraît purement schématique.

Je ferai remarquer encore que le canal cochléaire renferme, sinon le *canal de la lame spirale* de Löwenberg, du moins *un petit espace libre situé au-dessous de l'organe de Corti et rempli de liquide*. Reichert avance la même proposition.

Le mode de terminaison des nerfs dans le limaçon, malheureusement, est encore toujours inconnu, et les efforts que vient de faire Deiters pour arriver à la solution du problème ont échoué, d'autant plus qu'à l'époque où il écrivait son mémoire, cet observateur ne connaissait pas encore la signification anatomique des parties qui couvrent la membrane basilaire au niveau des expansions nerveuses; il fut ainsi conduit à admettre des parties conjonctives en des points où il est impossible qu'il s'en rencontre. Relativement aux nerfs, nous savons seulement qu'ils traversent les trous de la bandelette perforée, pour pénétrer dans l'épithélium du canal cochléaire (moi) et qu'ils se terminent par des filaments variqueux extrêmement

fins (M. Schultze). Que deviennent ces filaments? C'est ce que personne n'a pu observer.

Relativement au trajet des nerfs du limaçon après leur passage à travers les trous de la bandelette perforée, M. Schultze a avancé *que sur la membrane basilaire*, au-dessous de l'organe de Corti, se trouve une large couche de fibrilles nerveuses variqueuses, dirigées *dans le sens de la longueur*, c'est-à-dire parallèles à l'axe du canal cochléaire, avec de nombreuses petites cellules nerveuses bipolaires disséminées dans leurs intervalles. Mais j'ai fait voir que cette couche est située sur la face tympanique de la membrane basilaire, et j'ai considéré les cellules comme des corpuscules conjonctifs. En face de mon interprétation, M. Schultze a maintenu son assertion, en invoquant soit les recherches concordantes de Deiters, soit cet argument que l'existence de prolongements variqueux sur les cellules en question est une preuve certaine de leur nature nerveuse. A cela je répondrai, en premier lieu, que je persiste à penser que des prolongements variqueux ou munis de nombreux renflements fusiformes s'observent sur des cellules non nerveuses et ne constituent nullement un caractère distinctif; car on ne saurait comprendre pourquoi ces prolongements de cellules délicates et albumineuses, en général, ne seraient pas sujets à ce genre de modifications; et puis j'ai observé des varicosités et sur des corpuscules manifestement conjonctifs appartenant au périoste du canal cochléaire, et sur des cellules conjonctives embryonnaires. Du reste, H. Müller a constaté ces varicosités très-nettement sur les belles cellules étoilées de la substance conjonctive des céphalopodes. Quant au second point, les observations de Deiters, qui prétend avoir confirmé les données de Schultze, *se rapportent à tout autre chose* que ce qu'a décrit Schultze. Deiters mentionne des séries longitudinales de filaments nerveux variqueux, au sujet desquelles il dit expressément *qu'elles ne contiennent aucune autre espèce d'éléments différents*. Schultze, au contraire, parle d'une couche de filaments *renfermant de nombreuses cellules bipolaires*. Il est donc évident qu'il ne s'agit pas du même objet. Mais comme il existe, *au-dessous* de la membrane basilaire, une couche comme celle que décrit Schultze, et comme il est facile, en raison de la finesse de cette membrane, de se tromper sur le siége des parties qui sont en rapport avec elle, je crois ne pas faire tort à Schultze en continuant à donner la même interprétation à ses observations, d'autant plus que les faisceaux de fibres de Deiters, d'après ce que j'ai vu, ne restent jamais adhérents à la membrane basilaire, comme les éléments observés par Schultze, et ne sont nullement appliqués sur elle, mais sont solidement fixés à l'organe de Corti. De même, je persiste dans l'opinion que cette couche n'est point nerveuse, bien que je reconnaisse que les varicosités des prolongements de cellules sont souvent fort élégantes, puisqu'aucun des faits connus jusqu'ici n'indique que des rameaux des nerfs du limaçon pénètrent dans le périoste de la rampe tympanique. J'ai montré, d'autre part, que la rampe tympanique, dans l'origine, est remplie complétement par un réseau de cellules conjonctives, dont la couche découverte par Schultze me paraît être un reste. D'ail-

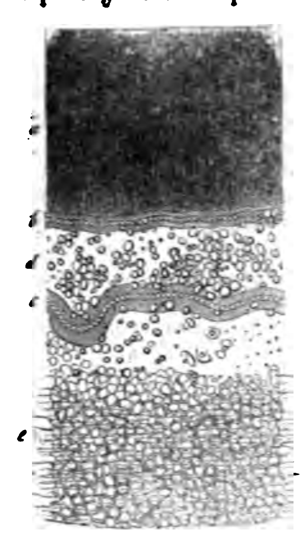


FIG. 519.

FIG. 519. — Commencement de la lame basilaire du bœuf, *face inférieure*. Objectif 7, oculaire 1, de Nachet. — *a*, région des nerfs cochléaires à contours foncés; *b-c*, deux vaisseaux spiraux internes à parois épaissies en apparence; *d*, couche de corpuscules calcaires; *e*, couche de cellules à prolongements variqueux, répondant à peu près à la région de l'organe de Corti.

leurs, Schultze a évidemment vu aussi des portions des faisceaux nerveux décrits par Deiters, et il est certainement le premier qui ait reconnu que les nerfs du limaçon qui ont traversé les trous de la bandelette perforée se prolongent dans le canal cochléaire.

Après des recherches multipliées et variées, je suis en mesure de confirmer les données de Deiters relativement au trajet de ces nerfs et, à ce sujet, j'ajouterai quelques détails. Comme Deiters, je distingue des fibres *transversales* et des fibres *longitudinales*; mais je donne à ces expressions un sens contraire à celui de Deiters, puisque pour moi l'axe du canal cochléaire est l'axe longitudinal. Les *fibres transversales* (fibres longitudinales, Deiters) sont la continuation directe des rameaux terminaux des nerfs du limaçon qui émergent des trous de la bandelette perforée; elles se divisent en deux groupes : une portion d'entre elles, passant entre les origines des fibres de Corti internes, se portent sur la membrane basilaire (*habenula tecta mihi*), sur laquelle elles cheminent jusqu'aux extrémités des fibres de Corti externes, pour s'y unir très-probablement avec les fibres longitudinales les plus externes. Une autre portion des fibres transversales s'élèvent sur les fibres de Corti internes, *couvertes par l'épithélium de la gouttière spirale*, et se terminent peut-être en partie en s'unissant aux cellules ciliées découvertes par Deiters, et qui nous restent à décrire. Une troisième catégorie de ces fibres passe entre les fibres de Corti internes pour en gagner la face profonde et, appliquées contre elles, paraissent se continuer avec les fibres longitudinales. J'ai constaté ces fibres sur l'homme, sur le bœuf et sur le chat; mais il m'a été impossible de faire concorder mes observations sur ces animaux. Chez les deux premiers, j'ai trouvé des fibres longitudinales (fibres transversales, Deiters) : 1° au-dessous du milieu des fibres internes; 2° au-dessous du point de jonction des deux espèces de fibres; et 3° au-dessous du dernier tiers des fibres externes. Chez le chat, je n'ai vu jusqu'ici ces fibres d'une manière certaine que : 1° entre le milieu des fibres de Corti externes et celui de la première rangée de cellules de Corti; 2° entre la première et la deuxième rangée de cellules de Corti, sur la même ligne que les extrémités des fibres de Corti externes, et 3° entre la deuxième et la troisième rangée de cellules de Corti, ou mieux entre leurs prolongements au-delà des insertions des fibres de Corti externes. Deiters ne mentionne pas les groupes de fibres 1 et 2 du chat; mais il a vu tous les autres. — Les fibres longitudinales proviennent des fibres transversales; comme Deiters, j'ai constaté ce fait dans quelques cas. Comme lui aussi, je puis dire *qu'elles sont appliquées tout contre les fibres de Corti*, tant qu'elles leur sont unies. Mais je ne suis pas en mesure de fournir des renseignements certains sur le mode de terminaison de toutes ces fibres. Toutefois je désire attirer l'attention sur les faits suivants :

1° Il m'a semblé souvent que la portion longitudinale des faisceaux de filaments variqueux était formée d'un réseau très-fin, analogue à celui de l'organe électrique de la torpille; mais je n'ai jamais pu m'assurer pleinement que ce réseau existe réellement, et, sur des parties fraîches examinées dans l'humeur vitrée, on voit souvent dans une assez grande étendue des fibres longitudinales très-nettes.

2° En certains points du limaçon, se trouvent des cellules spéciales, à cils roides, rappelant ceux du vestibule, et qui sont peut-être en rapport de continuité avec les terminaisons des nerfs du limaçon. On trouve de ces « *cellules ciliées* » (il ne faut pas les confondre avec les cellules ciliées de Deiters, faisant partie de l'organe de Corti, et que j'ai appelées « *cellules de Deiters* ») *a*, au-dessus des extrémités articulaires des fibres de Corti internes, et *b*, dans l'organe de Corti lui-même, où ce sont les trois rangées de cellules de Corti qui portent des cils. Les premières ou les *cellules ciliées* internes ont été découvertes par Deiters; leur siége se voit parfaitement sur la fig. 521. Elles reposent sur les extrémités des fibres de Corti internes, de telle façon, cependant, que la partie articulaire de ces extrémités reste libre; elles forment en même temps les cellules externes de l'épithélium qui remplit la gouttière spirale, et, d'après mes observations, infirmant celles de Deiters, couvre aussi les fibres de Corti internes. Les bouts antérieurs de ces cellules volumineuses, un peu allon-

gées et très-délicates, dont toujours une seule correspond à deux fibres de Corti internes, forment une limite arquée vers les fibres de Corti, ligne qu'à mon avis Deiters considère à tort comme la limite interne de la lame réticulée; leurs bouts postérieurs (internes), au contraire, sont amincis pointus, suivant Deiters) et se perdent dans l'épaisseur de l'épithélium. Les cils de ces cellules, roides, assez forts, de 6,7 μ de longueur (étudiés dans l'humeur vitrée, sont disposés, suivant une ligne *légèrement arquée*, sur la face terminale antérieure de la cellule, et se présentent, vus d'en haut, sous l'aspect d'un trait foncé, que Deiters me paraît décrire comme « *ligne de clôture* » de ses arcs inférieurs dans la portion membraneuse de la lame réticulée (*l. c.*, p. 45 et 93). — Je n'ai jamais constaté, non plus que Deiters, aucun mouvement de ces cils, même en examinant dans l'humeur vitrée des pièces parfaitement fraîches.

Les cellules ciliées externes ne sont autre chose que les trois rangées de cellules de Corti. Les premières notions sur l'existence d'éléments vibratiles dans cette région de l'organe de Corti sont dues encore à Deiters, si l'on fait abstraction d'une mention faite par Leydig (*Histol.*, fig. 138) relativement à une épine courte et grosse dont serait munie chacune de ces cellules. D'après Deiters (*l. c.*, p. 51 et 58), la lame réticulée présente, en certains points déterminés, des cils fins, dont il est difficile de dire s'ils appartiennent à cette lamelle même ou aux cellules de Corti, attendu qu'on les rencontre appliqués tantôt à l'une, tantôt aux autres. Ces cils siégent sur le trabécule inférieur des anneaux de la lame réticulée, trabécule auquel adhèrent aussi les cellules de Corti, que Corti trouve aplaties (p. 57) à ce niveau. — Je suis en mesure de lever les doutes qui sont restés à Deiters, et j'ose affirmer que les cils en question (fig. 520) reposent sur les cellules de Corti; mais, en faisant cela, je suis obligé de rectifier quelques faits mentionnés par cet auteur. Les cellules de Corti ne sont pas appliquées à plat contre un des trabécules des anneaux; leurs extrémités remplissent complétement les anneaux, et d'ailleurs les cellules ne sont pas aplaties. Cette disposition se voit facilement sur des préparations parfaitement fraîches, sur lesquelles les cellules apparaissent toujours sous la forme de corps foncés, finement granulés, occupent entièrement les anneaux et présentent aussi

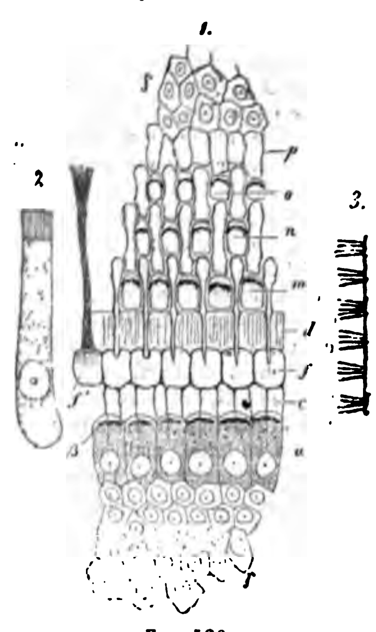


FIG. 520.

FIG. 520. — Fragment très-frais de l'organe de Corti du chat, examiné dans l'humeur vitrée. Grossissement de 540 diamètres. — 1, organe de Corti, face supérieure. Les lettres *c*, *f*, *d*, *m*, *n*, *o*, *p*, comme dans la figure 513; seulement en *m*, *n*, *o*, les cils des cellules de Corti sont figurés par des arcs foncés, et la plaque transparente de la lame réticulée *d*, qui n'est pas complétement représentée, est finement striée, comme cela se voit du reste; *f'*, portion articulaire d'une fibre de Corti externe, finement ponctuée au point de départ de la fibre, ce qui me paraît prouver que la fibre est, en réalité, composée de fibrilles. — α, cellules ciliées internes, avec leurs cils β, formant la portion antérieure de l'épithélium épais de la gouttière spirale γ, lequel couvre les fibres de Corti internes jusqu'aux parties articulaires; δ, portion antérieure du réseau de la lame réticulée; au-delà des anneaux terminaux *p*, elle répond manifestement aux lignes qui forment les limites des cellules épithéliales de Corti, situées au delà de l'organe de Corti. — 2, cellule de Corti, avec ses cils, dépourvue d'appendice filiforme apparent. — 3, lame réticulée vue de profil, avec les touffes de cils des cellules de Corti.

dans la profondeur des sections transversales circulaires. Les cils sont implantés à peu près au milieu de cette face terminale, *suivant une ligne arquée*; vus d'en haut, ils figurent un arc foncé, que Deiters a décrit (*l. c.*, p. 49; fig. 11, 16 *a* et *d*) comme une portion de la lame réticulée. Cet arc, toutefois, se montre souvent, comme Deiters le dessine, sous la forme d'un trabécule en fer à cheval, remarquablement foncé, que j'ai cependant vu toujours libre à ses extrémités et non fixé au trabécule postérieur (interne) des anneaux. Mais si l'on examine des pièces absolument fraîches, humectées avec de l'humeur vitrée, on le voit, comme le représente la fig. 521, formé de points très-fins, dont j'ai compté environ 20 à un fort grossissement, et l'on tombe aussi quelquefois sur des vues de profil, qui montrent que ces points sont des cils. En outre, j'ai vu aussi ces cils sur des cellules de Corti libres, qui ne portaient rien de la lame réticulée avec elles (fig. 521, 2); je crois donc être suffisamment fondé à affirmer que ce sont les cellules elles-mêmes qui supportent les cils. Quant à ce fait, parfaitement observé par Deiters, que les cils semblent souvent implantés sur la lame réticulée, je l'explique en admettant que fréquemment les cellules de Corti sont arrachées de telle façon que leurs surfaces terminales restent dans les anneaux, ce qui montre en même temps que Böttcher a raison quand il dit que les anneaux sont pleins, aussi bien que Deiters, qui, comme moi, les considère comme des lacunes. — Les cils des cellules de Corti jouissent des mêmes propriétés que ceux des cellules ciliées internes; à l'état frais et dans l'humeur aqueuse, ils mesurent 6,7 μ, sont immobiles et presque aussi altérables par les réactifs.

Dans les recherches futures sur la terminaison des nerfs dans le limaçon, on devra surtout prendre en considération ces deux groupes remarquables de cellules ciliées, d'autant plus que des cellules analogues se rencontrent également chez les oiseaux et les amphibies (Deiters, C. Hasse) et que, là aussi, paraît-il, leurs cils font saillie à travers les orifices d'une cuticule. Malgré les belles recherches de Deiters, il se peut que de nouvelles investigations produisent, relativement à la terminaison filiforme des cellules de Corti, des résultats plaidant en faveur de la supposition faite par moi et par M. Schultze, d'après laquelle ces cellules auraient des connexions avec les terminaisons des nerfs. Toutefois, on ne saurait révoquer en doute que certains prolongements des cellules se fixent à la membrane basilaire, au-dessous de la lame réticulée (cellules de Corti et de Deiters), comme la chose a été décrite par Deiters; car je m'en suis assuré à satiété. Je ne suis jamais parvenu, au contraire, à me procurer la certitude que les prolongements des deux espèces de cellules s'unissent entre eux. Il y a donc là un champ ouvert à de nouvelles explorations.

Je passe sous silence les autres assertions de Deiters relativement à des appareils conjonctifs situés au-dessous de l'organe de Corti et à d'autres parties qui sont en connexion avec les extrémités des nerfs; je renvoie simplement à son travail, en faisant remarquer que dans mes recherches les plus récentes, il m'a été impossible de voir autre chose sur la membrane basilaire que de l'épithélium, des formations cuticulaires et des filaments nerveux, sauf un cas qui me paraît encore très-obscur : dans le dernier demi-tour du limaçon du chat, il y a positivement, *sur* la membrane basilaire et au-dessous de l'épithélium qui est au delà de l'organe de Corti, un système peu serré de fibrilles variqueuses *transversales*, c'est-à-dire dirigées dans le sens des nerfs du limaçon, à bords foncés, avec des cellules disséminées entre les fibres, système qui est bien plus développé et plus net que les éléments longitudinaux semblables qui existent *au-dessous* de la membrane basilaire. Je n'ai pu déterminer encore l'origine, ni la terminaison, ni la signification de ces fibres, qui, certainement, méritent de nouvelles recherches.

Pour finir, je signalerai encore quelques faits relatifs aux trois cavités du limaçon. Il a été dit plus haut déjà que partout le canal cochléaire est tapissé d'un épithélium; j'ajouterai seulement que, chez le bœuf, l'épithélium de la bandelette sillonnée (sous l'origine de la membrane de Corti) et surtout celui de la membrane de Reissner présentent une teinte plus ou moins brune. — Relativement aux rampes, je croyais autrefois, avant de connaître le canal cochléaire, pouvoir admettre qu'elles

sont tapissées d'un épithélium ; mais aujourd'hui l'existence de cet épithélium, en un point quelconque, me paraît douteuse, du moins chez le bœuf, et je puis affirmer que je l'ai vainement cherché sur la face tympanique de toute la lame spirale et sur la face vestibulaire de la zone osseuse. Je ne l'ai pas trouvé davantage, dans des explorations nouvelles, sur la face vestibulaire de la membrane de Reissner, ni sur le périoste des rampes vestibulaire et tympanique, au voisinage de l'insertion des membranes basilaire et de Reissner. Si l'on se souvient que les rampes se développent par disparition d'une substance conjonctive gélatineuse qui, dans l'origine, occupe leur place, le défaut d'épithélium, s'il se confirme, n'a rien d'étrange, et ce serait plutôt le contraire qui serait remarquable. A cet égard, je rappellerai que j'ai constaté, chez l'homme, l'existence d'un épithélium très-aplati et délicat tant sur la membrane de Reissner que dans le reste de la rampe, à l'exception de la face tympanique de la membrane basilaire. Ainsi donc, il sera nécessaire de rechercher à nouveau, et surtout en se servant du nitrate d'argent, si, dans le limaçon aussi bien que dans le vestibule, le périoste est couvert d'un épithélium, d'autant plus qu'il est établi que le périoste des parties incluses (canaux demi-circulaires, etc.) est dépourvu de ce revêtement.

Pour l'anatomie microscopique comparée du limaçon, je renvoie le lecteur aux beaux travaux de Deiters et de Hasse, et je fais remarquer seulement : 1° que le dernier de ces auteurs a accepté essentiellement les indications que j'ai données (4e éd., p. 719) sur les analogies entre le limaçon des oiseaux et celui des mammifères ; et 2° qu'il croit avoir démontré que, chez les oiseaux, les nerfs se terminent par des cellules ciliées sur la membrane basilaire.

Chez le bœuf, de nombreuses concrétions calcaires, souvent renfermées manifestement dans des cellules (fig. 519), sont appliquées sur la membrane basilaire, particulièrement dans la région du vaisseau spiral interne. Le vaisseau spiral lui-même y présente toujours une sorte de gaîne transparente, épaisse, à contour externe onduleux, qui, comme Deiters le dit avec raison, est une excroissance immédiate de la membrane basilaire. De plus, sur la face tympanique de cette membrane, on rencontre, dans la même région, beaucoup de petites excroissances de forme verruqueuse ou glandulaire, rappelant des productions analogues qui s'observent sur les membranes vitrées de l'œil. Henle, dans sa *Splanchn.*, fig. 614, a donné des dessins de ces verrues, que j'avais décrites déjà dans la 4e édition, et qui n'ont pas échappé à Löwenberg. — Dans la portion *externe* de la zone pectinée, j'ai vu, sur des fœtus, beaucoup de noyaux de cellules disposés régulièrement; ce sont probablement les restes de cellules qui existent peut-être, à l'origine, dans cette membrane.

Je ferai remarquer de nouveau que le tissu conjonctif de toutes les parties du labyrinthe, partout où il offre une certaine mollesse, est formé de réseaux de cellules étoilées, dont les unes sont pâles, les autres pigmentées. Ces éléments ont été méconnus, notamment par Henle et par Reichert, et ont donné lieu, de la part de ce dernier, à des confusions singulières avec l'épithélium. — La couche la plus interne du tissu osseux, vers la cavité du labyrinthe, est constituée par une lamelle spéciale, vitrée et poreuse, que Corti connaissait déjà (p. 145) ; mais il considérait les cavités comme des cellules, ce qui ne me paraît pas exact. Henle a donné de bonnes figures de cette couche (fig. 598, 616), que Löwenberg interprète comme Henle et moi (lame spirale, p. 13).

L'étude de l'organe de l'audition ne présente de difficultés que pour ce qui est du labyrinthe; mais là les difficultés sont très-grandes. Cette étude exige des pièces absolument *fraîches :* les meilleures sont *celles qui proviennent d'animaux récemment tués*. Pour voir les parties dans leur état normal, il est indispensable de ne se servir, pour les humecter, que de sérum, d'humeur vitrée ou d'une solution de sucre. Il faut une certaine adresse pour découvrir et isoler les parties délicates dont il est ici question ; il faut, de plus, beaucoup de patience, attendu que c'est souvent par hasard que telles ou telles parties deviennent visibles. Pour examiner les plexus nerveux de la zone osseuse du limaçon, il faut débarrasser cette zone de ses sels cal-

caires, au moyen de l'acide chlorhydrique étendu; quand il s'agit, au contraire, d'étudier les cellules ganglionnaires de cette région, il importe, pour atteindre le but qu'on se propose, de se borner à une simple dilacération de la zone osseuse dans un milieu qui n'altère point les cellules. Il est essentiel de faire des coupes verticales soit sur des lames spirales isolées que l'on prend sur des pièces conservées dans l'acide chromique, et que l'on a privées de leurs sels calcaires au moyen de l'acide chlorhydrique étendu, soit sur des limaçons entiers traités de la même façon. Ces derniers ne sont bons que lorsqu'ils ont séjourné longtemps dans l'acide chromique et qu'ils ont ensuite été ramollis aussi graduellement que possible dans l'acide chlorhydrique; ceux de fœtus réussissent le mieux, puisque l'épithélium y adhère plus fortement et que dans les premiers temps on peut se passer d'acide chlorhydrique. Ces sections sont absolument indispensables pour étudier le canal cochléaire; mais on le voit aussi très-bien sur des limaçons frais, étudiés sous l'eau et à la loupe. Mes recherches ont porté surtout sur le limaçon du bœuf, à cause de la facilité de se procurer, à l'abattoir, les rochers de cet animal; mais ceux-ci ne conviennent pas pour toutes les parties. Si l'on veut étudier les cellules délicates qui recouvrent la membrane basilaire, je conseille de choisir les limaçons de chien et de chat. Pour étudier le canal cochléaire, Böttcher, Hensen et Löwenberg recommandent d'injecter le limaçon avec de la gélatine, qui, suivant Hensen, passerait aussi dans le canal cochléaire. Les portions osseuses sont soigneusement écartées avec le scalpel, et sur les parties injectées de gélatine on pratique des coupes minces.

Bibliographie. — E. Huschke, in *Fror. Not.*, 1832, n° 807, *Isis*, 1833, n° 18, 34. — K. Steifensand, in *Müll. Arch.*, 1835. — S. Pappenheim, *Die specielle Gewebelehre des Gehörorgans*, Breslau, 1840, et *Fror. Not.*, 1839, n° 131, 134 et 195. — G. Breschet, *Recherches sur l'organe de l'ouïe dans l'homme et les animaux vertébrés*, 2ᵉ édit., Paris, 1840. — E. Krieger, *De otolithis*, Berol., 1840. — Wharton Jones, *The Organ of Hearing*, in *Todd's Cyclopædia*, vol. II, 329. — J. Hyrtl, *Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere*, Prag., 1845. — A. Corti, in *Zeitschr. für wiss. Zool.*, III, p. 109. — Reissner, *De auris internæ formatione*, Dorp, 1851. — E. Harless. art. *Hören*, in *Wagn. Handw. d. Physiol.*, IV, p. 331 et *Münchn. Gel. Anzeiger*, 1851, nᵒˢ 31 et 37. — Stannius, in *Gött. Nachr.*, 1850, n° 16. *Ibid.*, 1851, n° 17. — Kölliker, *Ueber die letzten Endigungen des Nervus cochleæ und die Funktion der Schnecke*, Gratulat. an F. Tiedemann, Würzb., 1854. — Reissner, in *Müll. Arch.*, 1854, p. 420. — Claudius, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VII, 154. — Böttcher, *Obs. micr. de rat.*, *qua nervus cochleæ terminatur*, Dorp, 1856, et *Virch. Arch.*, XVII, p. 243 et XIV, p. 224 et 450. — H. Reich, in *A. Ecker's Unters. zur Ichthyolog.*, Freib., 1857, p. 24 (pétromyzon). — M. Schultze, in *Müll. Arch.*, 1858, p. 343. — V. Tröltsch, in *Zeitschr. wiss. Zool.*, 1857, IX, p. 91; in *Arch. f. path. Anat.*, XIII, 513; *Die Anatomie des Ohres*, Würzb., 1851. — Gerlach, *Mikr. Untersuch. des Trommelfells*, in *Mikr. Studien*, 1858, p. 53. — A. Magnus, in *Virch. Arch.*, XX, p. 19. — A. Deiters, *Unters. über die Lam. spir. membran.*, Bonn, 1860, et in *Virch. Arch.*, XIX, p. 445; in *Müll. Arch.*, 1860, p. 405; *ibid.*, 1862, p. 262 (oiseaux et amphibies). — A. Kölliker, in *Würzb. natur. Zeitschr.*, II, p. 1 (canal du limaçon chez l'embryon). — Fr. E. Schultze, in *Müll. Arch.*, 1862, p. 381 (poissons et amphibies). — R. Hartmann, in *Müll. Arch.*, 1862, p. 508 (poissons). — G. Lang, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XIII, 1863 (cyprinoïdes). — Voltolini, *Die Zerlegung und Untersuchung des Gehörorganes an der Leiche*, Breslau, 1862, et in *Virch. Arch.*, XXVIII, p. 227. — Hensen, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XIII, p. 319-481; XVI, p. 190 (décapodes, locusta, mammifères). — Victor, *Ueber den Canalis ganglionaris der Schnecke der Säuger*. Marb., 1863, diss.; et aussi in *Zeitschr. f. rat. med.*, t. XXIII, p. 237. — M. Odenius, in *Arch. f. Ohrenkeilk.*, 1864, p. 92, et *Ann. f. Mikr. Anat.*, III, p. 115. — Reichert, *Abh. d. Berl. Akademie*, 1864; à part aussi *Beitr. z. f. Anat. der Gehörschnecke*, Berlin, 1864; puis in *Berliner Monatsber*, 1864, p. 478. — Löwen-

berg, in *Gaz. hebdomad.*, 1864, n° 42; et à part, Paris, 1864, Masson; et in *Arch. f. Ohrenheilk.*, I, p. 175; puis in *Journ. de l'Anat.*, 1866, t. III, p. 605, et à part Paris, 1867, Baillière. — Rüdinger, *Atlas des menschl. Gehörorganes*, 1re livr., Munich, 1866, et in *Aertzlich. Intelligenz bl.*, 1865, n° 37; 1866, n° 25 et *Arch. f. Ohrenheilk.*, II, p. 1. — Bochdalek, in *Prag. Viertelj.*, 1866, I, p. 33. — J. Gruber, in *Œsterr. Zeitschr. f. pr. Heilk.*, 1866, n° 49; *Anat. phys. Studien über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen*, Wien, 1867. — Bochdalek jun., in *Œsterr. Zeitschr. f. pr. Heilk.*, 1866, n° 32, 33. — L. Mayer, *Studien über die Anatomie des Canalis Eustachii*, Munich, 1866. — C. Hasse, *De cochlea avium*, Kiliæ, 1866, diss.; puis in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XVII, p. 56, 461, 598, 646 (oiseaux, amphibies, mammifères). — C. Prussak, in *med. Centrall.*, 1867, n° 15. — V. Tröltsch, *Lehrb. der Ohrenheilkunde*, 3e éd., Würzb., 1867, et *Arch. f. Ohrenheilk.*, t. II, p. 214. — H. W. Middendorp, *Het vliezig slakkenhuis*, Groningue, 1867 (n'a pu être utilisé). — Voyez, en outre, les traités généraux de Krause, Huschke, Arnold, Todd-Bowman, Remak (*Entwickelungsgeschichte*), le mien et les *Icones org. sensuum* d'Arnold, les *Icones phys.* de A. Becker et les *Anatomies* de Henle et de Luschka.

SECTION III

DE L'ORGANE DE L'ODORAT.

§ 228. **Composition et structure.** — L'organe de l'odorat comprend : 1° les deux *fosses nasales*, formées par deux os et plusieurs cartilages, et tapissées par une membrane muqueuse, et 2° un certain nombre de cavités accessoires, qui sont les sinus frontaux, sphénoïdaux, ethmoïdaux et maxillaires. Mais, de toutes ces cavités, il n'y a que la partie supérieure des fosses nasales, où se distribue le nerf olfactif, qui soit affectée spécialement à l'odorat; les autres sont de simples canaux de conduite, servant en même temps dans la respiration; du moins peut-on dire qu'elles n'ont aucun rapport direct avec la fonction de l'organe de l'olfaction.

Les parties solides qui viennent d'être mentionnées présentent peu de particularités. Pour ce qui est des os, nous ferons remarquer que les parties les plus minces de l'ethmoïde sont formées uniquement de substance fondamentale et de cellules osseuses, sans canalicules de Havers. Les cartilages du nez sont des cartilages vrais, qui ressemblent beaucoup à ceux du larynx, avec cette différence, cependant, que le contenu des cellules de cartilage est généralement pâle et privé de graisse, les parois des cellules peu épaisses, et la substance fondamentale finement granulée. Là aussi on trouve, au-dessous du périchondre, une couche de cellules aplaties, qui, sur la cloison, atteint jusqu'à 50 μ d'épaisseur; dans la profondeur, au contraire, les cellules sont arrondies, plus grosses et disposées en séries dans le sens de l'épaisseur.

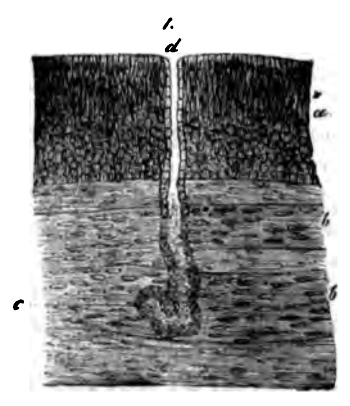
La *peau du nez* se distingue par son épiderme très-mince (50 à 70 μ d'épaisseur), par son derme de $0^{mm},5$ d'épaisseur, supportant des papilles peu développées, de 30 à 50 μ de hauteur, et des poils très-fins, enfin par un tissu graisseux sous-cutané de 2 millimètres d'épaisseur, intimement uni avec les cartilages et renfermant de gros follicules sébacés et de pe-

tites glandules sudoripares, de $0^{mm},2$ à $0^{mm},16$ de diamètre. La peau se prolonge également dans les fosses nasales, à peu près jusqu'au point où cesse la narine cartilagineuse, et présente, à ce niveau, des follicules sébacés et des poils très-forts, appelés *vibrisses*. Suivant Ecker, cependant, l'extrémité antérieure du cornet inférieur et la portion antérieure du méat inférieur, en arrière de l'ouverture piriforme, sont encore tapissées d'un épithélium pavimenteux. La peau se continue ensuite d'une manière insensible avec la muqueuse olfactive, qui revêt toutes les cavités de l'organe, mais qui ne présente pas la même structure dans tous ses points. Todd et Bowman ont trouvé, en effet, et mes observations concordent parfaitement avec les leurs, que cette muqueuse se divise, chez les animaux, en une *portion vibratile* et une *portion non vibratile*. Cette dernière, qui est limitée aux parties supérieures des fosses nasales proprement dites et qui reçoit les expansions du nerf olfactif, pourrait être appelée la *muqueuse olfactive* dans le sens restreint, tandis que l'autre conserverait son ancien nom de *membrane de Schneider*.

Si nous examinons d'abord cette dernière, nous trouvons qu'elle présente des différences de structure dans les diverses régions, bien qu'elle ait partout un épithélium vibratile : on peut très-bien distinguer une portion *épaisse*, riche en glandules, qui tapisse les fosses nasales proprement dites, et une portion amincie, qui revêt les parois des cavités accessoires et la face interne des cornets. Sur l'une et sur l'autre, l'*épithélium* est vibratile et stratifié, comme celui du larynx (fig. 327); il a une épaisseur de 40 μ environ sur la dernière, de 90 μ parfois sur la première. Chez l'homme, il est formé de cellules pâles, finement granulées, dont les plus superficielles, qui portent des cils, ont jusqu'à 67 μ de longueur; chez les animaux, ces cellules produisent un courant dirigé d'avant en arrière. Au-dessous de l'épithélium, se trouve la muqueuse proprement dite, complétement privée de fibres élastiques, ou du moins très-pauvre en éléments de cette espèce, et composée principalement de tissu conjonctif ordinaire. Cette muqueuse, dans sa portion qui tapisse les fosses nasales, contient une multitude de *glandes muqueuses* en grappe, de forme ordinaire et de diverses grosseurs, dont les vésicules ont 45 à 90 μ de diamètre et dont l'épithélium est cylindrique; il résulte de cette circonstance, qu'en certains points, notamment au voisinage du cartilage de la cloison et sur les cornets inférieurs, la muqueuse a une épaisseur de 2 à 4,5 millimètres. Du reste, cette épaisseur de la muqueuse, dans ces régions, ne dépend pas uniquement des glandes; elle provient en partie des *réseaux veineux très-riches et presque caverneux* que j'y ai découverts, notamment au bord libre et à l'extrémité postérieure du cornet inférieur et qui donnent naissance à une sorte de tissu érectile. Les glandes font complétement défaut dans les cavités accessoires; jusqu'ici je n'en ai rencontré quelques-unes que dans le sinus maxillaire, et Luschka dans le sinus sphénoïdal et dans le sinus ethmoïdal, où leurs vésicules et leurs conduits excréteurs se dilatent quelquefois en kystes muqueux de 6 millimètres de diamètre. Sauf ces

régions, la muqueuse des cavités accessoires de l'organe olfactif est extrêmement mince et ne peut se séparer du périoste en couche distincte, séparation qui est possible dans les fosses nasales, surtout dans les régions riches en glandes, malgré l'union intime des deux membranes. Dans quelques cas pathologiques, la muqueuse des cavités accessoires et en partie aussi celle des cornets ont présenté des dépôts calcaires plus ou moins étendus, qui lui donnaient une couleur blanche (moi, Virchow, Entw. der Schädelgr., p. 41).

La *muqueuse olfactive* proprement dite n'occupe que la portion supérieure de la cloison et des parois externes des fosses nasales, au niveau des cornets supérieurs, dans une étendue d'environ 20 à 28 millimètres à partir de la lame criblée de l'ethmoïde. Elle se distingue, même à l'œil nu, de la muqueuse vibratile qui lui succède, par son épaisseur plus grande et par sa couleur tantôt jaunâtre, comme chez l'homme, chez le mouton, le veau, et tantôt jaune-brunâtre ou brune, comme chez le lapin, le chien. A l'inspection microscopique, on la trouve limitée par un bord dentelé ou ondulé assez net. Les différences de structure de cette muqueuse reposent sur la conformation de l'épithélium, sur la présence des glandes que j'ai appelées glandes de Bowman, et sur le mode de distribution des nerfs. L'épithélium *n'est point vibratile chez les animaux;* chez l'homme, au contraire, il peut y avoir là également des cellules vibratiles. Il est *plus épais* que dans la région vibratile : c'est ainsi que chez le mouton, où l'épithélium vibratile a 68 μ d'épaisseur, l'épithélium non vibratile mesure 110 μ, et que chez le lapin, cette épaisseur est de 90 μ, d'une part, et de 150 μ, de l'autre. Malgré son épaisseur considérable, l'épithélium de la région olfactive est très-délicat et très-mou, et ne se conserve que dans certaines solutions déterminées (v. ci-dessous) de manière à pouvoir être étudiés dans ses éléments. D'après les nouvelles observations d'Eckhardt et surtout celles de M. Schultze, que j'ai trouvées parfaitement exactes, de même qu'Ecker, l'épithélium est en *simple couche*, formé de cellules très-longues, entre lesquelles sont intercalés d'autres éléments celluleux, terminaisons probables du nerf olfactif ou *cellules olfactives* (M. Schultze). Les



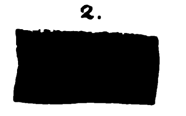


FIG. 521.

FIG. 521. — Fragment de la muqueuse nasale du veau. Grossissement de 150 diamètres.
1. Région olfactive; section verticale de la muqueuse. — *a*, épithélium non vibratile; *b*. deux rameaux des nerfs olfactifs; *c*, glande de Bowman; *d*, orifice de cette glande.
2. Épithélium vibratile de la membrane de Schneider.

cellules épithéliales (fig. 522, *a*) ont, en général, la même conformation que les cellules allongées des épithéliums vibratiles, avec cette différence, cependant, que leurs prolongements filiformes, irrégulièrement délimités, descendent jusqu'à la surface de la muqueuse et se bifurquent généralement à leur extrémité inférieure ou se divisent en plusieurs branches, voire même s'unissent avec ceux des cellules voisines. Les noyaux de ces cellules sont ovalaires, à nucléole peu apparent et à contenu ordinairement granuleux. Outre leur contenu granuleux habituel, les cellules renferment un certain nombre de *granulations pigmentaires* jaunes ou brunes, suivant les animaux, d'où dépend en grande partie la coloration ci-dessus mentionnée de la région olfactive.

Les *cellules olfactives* (fig. 522, 1 *b*, 3) sont bien plus difficiles à étudier. Elles représentent, comme M. Schultze le dit avec raison, des éléments cylindriques allongés, renfermant à leur partie moyenne un noyau transparent et arrondi, à nucléole distinct et sans pigment, et se prolongeant à leurs deux extrémités en un filament ténu: Le prolongement externe est un peu plus gros, passe entre les parties larges des cellules épithéliales, pour se diriger en dehors et atteindre la surface terminale de ces cellules, où il présente encore, sur des préparations à l'acide chromique, un court appendice, dépassant les cellules épithéliales comme une petite cheville, mais qui, d'après les observations de M. Schultze, est simplement le contenu exprimé, en quelque sorte, par l'action de l'acide chromique, et qui fait défaut sur les pièces fraîches. Le prolongement interne est notablement plus délicat; c'est un filament qui ne se voit bien qu'avec de très-bons objectifs et sur lequel, sous l'influence de l'acide chromique, se produisent, de distance en distance, de petites varicosités plus foncées, qui s'observent parfois aussi sur les prolongements externes. Les prolongements internes des cellules olfactives, qui forment des séries simples autour des cellules épithéliales et dont les corps de cellule occupent plutôt les portions moyenne et profonde de la couche épithéliale, atteignent également la surface de la muqueuse; leurs rapports avec les nerfs olfactifs seront étudiés plus bas. Afin que ces cellules soient convenablement humectées et protégées, toute la muqueuse de la région où elles se rencontrent, est pourvue, chez les mammifères, d'un grand nombre de glandes de Bowman, fait d'autant plus frappant que les régions avoisinantes

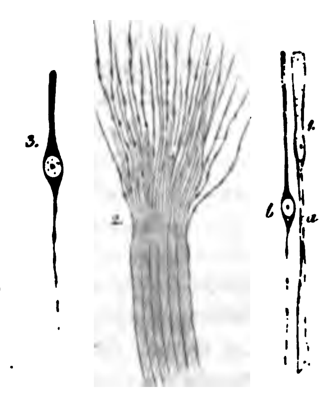


Fig. 522.

Fig. 522. — 1, sur la grenouille. — *a*, cellule épithéliale de la région olfactive; *b*, cellule olfactive. — 2, petit ramuscule du nerf olfactif de la grenouille, se décomposant à une de ses extrémités en un pinceau de filaments variqueux. — 3, cellule olfactive de la brebis. Grossissement de 350 diamètres.

en possèdent très-peu ou en sont privées totalement. Les glandes de Bowman sont constituées soit par des cylindres simples, rectilignes ou légèrement contournés en spirale à leur extrémité inférieure, et mesurant $0^{mm},18$ à $0^{mm},22$ de longueur, soit par des utricules piriformes et allongés, munis parfois, comme chez le chat, de nombreuses dépressions latérales, et analogues aux glandes de Meibomius (fig. 521). On les trouve spécialement entre les gros rameaux du nerf olfactif, en séries compactes, ou bien à l'état d'isolement, comme vers la limite inférieure de la région olfactive; leur forme rappelle surtout certaines formes des glandes de Lieberkühn ou celle des glandes sudoripares du fœtus. Je n'ai jamais vu les utricules se bifurquer; il se pourrait cependant que ce fait m'eût échappé, attendu que ces organes sont également très-délicats et très-altérables. Les glandes en tube ont 30 à 56 μ de largeur, et sont tapissées intérieurement d'une simple couche de cellules polygonales, de 13 à 18 μ de diamètre, dans lesquelles on trouve une quantité plus ou moins grande de granulations pig-

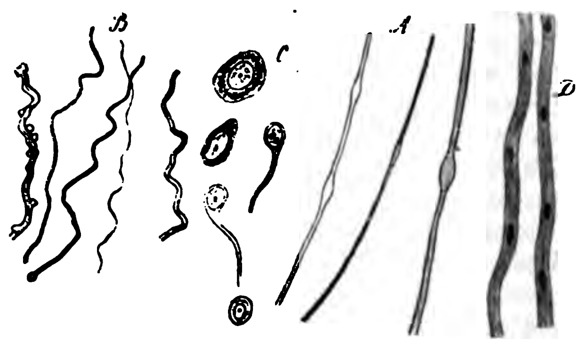


FIG. 523.

mentaires jaunâtres ou brunâtres; d'où la diversité de colorations qu'offre la muqueuse olfactive. Les canaux excréteurs sont un peu plus étroits (18 à 27 μ) que les conduits glandulaires; toujours tapissés de grosses cellules arrondies, ils traversent l'épithélium en ligne droite, et s'ouvrent à la surface de ce dernier par un orifice circulaire, de 22 μ de largeur et entouré de quelques grosses cellules (chez le lapin, on trouve là des cellules allongées; de même chez le mouton, d'après M. Schultze). *Chez l'homme, ces glandes sont remplacées par des glandes muqueuses ordinaires* (Würzb. Verh. V. p. 18). Ce fait a été confirmé récemment par M. Schultze. — Comme dans les autres régions, le reste de la muqueuse est formé de tissu conjonctif peu serré, sans éléments élastiques, et à sa surface se trouve une *basement membrane* distincte (Hoffmann).

FIG. 523. — Éléments du nerf olfactif de l'homme, grossis 350 fois. — A, tubes nerveux du tronc du nerf, traités par l'eau; B, ces tubes traités par l'eau sucrée et rétractés en apparence; C, cellules nerveuses du bulbe olfactif; D, fibres nerveuses des rameaux contenus dans l'organe de l'olfaction.

La muqueuse est *très-vasculaire* dans es fosses nasales proprement dites, moins dans les cavités accessoires. Les vaisseaux forment des réseaux lâches autour des glandes et dans les branches et rameaux du nerf olfactif; à la surface de la muqueuse, au contraire, ils fournissent un réseau très-serré, d'où partent une foule d'anses perpendiculaires, pouvant faire croire, au premier abord, à l'existence de papilles qu'on ne trouve point. Les branches artérielles s'anastomosent fréquemment entre elles, de même que les branches veineuses; ces dernières forment, sur le cornet inférieur, en particulier, les riches plexus spongieux dont il a été fait mention. Nous ne savons rien des origines des *lymphatiques* de la muqueuse nasale. Les *nerfs* qu'elle reçoit, sont des branches de la cinquième paire (ethmoïdale, nasales postérieures, une branche du nerf dentaire antérieur); ils fournissent des filets principalement à la région vibratile de l'organe de l'odorat, et s'y distribuent comme dans les autres muqueuses sensibles, celle du pharynx, par exemple; mais ils s'élèvent aussi dans la région olfactive, comme cela a été vu par Remak, moi et Schultze, et envoient même des tubes à contours foncés sur le trajet des filaments olfactifs. Le *nerf olfactif*, examiné dans son tronc et dans son bulbe, se compose de tubes à contours foncés et, dans ce dernier, de cellules nerveuses; nous en avons déjà parlé (voy. p. 342). Les branches terminales du *nerf olfactif*, au contraire, ne contiennent point de fibres blanches à moelle, même dans leurs divisions principales, au moment où elles se détachent du bulbe; elles se composent exclusivement, chez l'homme et chez les mammifères, de tubes pâles, aplatis, légèrement granulés, pourvus de noyaux allongés, et mesurant 4 à 6,8 μ de largeur; ces tubes adhèrent fortement les uns aux autres, et sont réunis par des gaînes de tissu conjonctif, lesquelles sont plus fortes sur les rameaux de la cloison, d'où la couleur blanche de ces derniers.

Nous ne savons rien de certain relativement à l'origine, chez l'homme et les mammifères, de ces fibres, qui sont très-analogues aux éléments embryonnaires des nerfs et aux fibres sympathiques sans moelle. M. Schultze a rendu vraisemblable qu'elles consistent en fibrilles très-ténues, contenues dans une gaîne délicate; vers les ramifications terminales, elles se continuent peu à peu avec des fibrilles très-fines, de 1-2 μ, qu'on trouve aussi parfois déjà dans les troncs. Il est probable, d'après les observations de Leydig sur les plagiostomes, et celles de G. Walter, M. Schultze et L. Clarke sur des mammifères, qu'elles proviennent des cellules nerveuses du bulbe; il est vrai que nous manquons encore de détails à cet égard. Le mode de terminaison de ces nerfs n'est pas non plus établi d'une manière certaine. Il est facile de se convaincre que les branches des nerfs olfactifs, dans leur trajet au sein de la muqueuse de la région olfactive, se divisent nombre de fois à angle aigu et deviennent de plus en plus fines vers la partie inférieure de la région, en produisant un réseau. On arrive ainsi à les suivre jusque vers la surface de la muqueuse; leur véritable terminaison, cependant, est restée complétement inconnue jusqu'à M. Schultze. Il paraît très-vraisemblable, d'après les observations de cet

anatomiste, d'abord sur la grenouille, et ensuite sur d'autres animaux, que chaque fibre olfactive se termine, en définitive, par tout un faisceau de filaments fins et variqueux (fig. 522), qui perforent la muqueuse et s'unissent chacun avec une cellule olfactive.

L'histoire des bonnes recherches sur l'organe de l'olfaction commence avec Todd-Bowman, auxquels nous devons de savoir qu'il existe dans la région olfactive un épithélium pavimenteux stratifié, mais non vibratile, comme ils le croyaient; nous leur devons aussi la connaissance des fibres grises du nerf olfactif et de certaines glandes spéciales. Mes recherches ont confirmé ces notions; en même temps j'ai rectifié nos idées sur l'épithélium en montrant qu'il y a dans son épaisseur des cellules étroites, placées verticalement. Mais je ne parvins pas à élucider complétement la composition de cet épithélium. Ce problème était réservé à l'époque actuelle, et c'est surtout Eckhardt qui a eu le mérite de prouver, en s'aidant de l'acide chromique, que l'épithélium de la grenouille, dans les points où se distribue le nerf olfactif, est disposé en une seule couche et contient deux espèces d'éléments, des cellules épithéliales à longs prolongements et, au milieu d'elles, des fibres fusiformes particulières, avec des renflements contenant un noyau. De plus, Eckhardt trouva dans cette région des cils d'une longueur bien plus grande que dans les autres points, et poursuivit le nerf olfactif, comme l'avait déjà fait v. Hessling, assez loin pour voir les petits rameaux se diviser en un pinceau de filaments d'un diamètre à peine égal à celui des fibrilles de tissu conjonctif. Basé sur ce fait, Eckhardt formula enfin cette proposition : « les cellules épithéliales de la région olfactive ou les cellules fusiformes qui se terminent entre ces dernières, sont les véritables terminaisons des nerfs olfactifs. » Peu de temps après Eckhardt, Ecker publia à son tour de nouvelles recherches sur l'appareil olfactif, lesquelles prouvèrent également l'existence de cellules allongées dans l'épithélium. D'après Ecker, des cellules, qui correspondent aux cellules épithéliales d'Eckhardt et qui envoient vers la muqueuse des prolongements noueux et à ramifications multiples (cellules olfactives, Ecker), forment, chez l'homme, une couche superficielle continue, entre les éléments de laquelle se trouvent, un peu dans la profondeur, d'autres cellules, arrondies ou allongées, dont les plus superficielles, fusiformes (celles qui représentent la deuxième espèce d'Eckhardt), sont munies de prolongements qui s'avancent entre les cellules olfactives, mais non jusqu'à la surface externe de l'épithélium; il les désigne sous le nom de cellules de remplacement. Ecker considère avec beaucoup de vraisemblance les cellules épithéliales à prolongements rameux comme les terminaisons du nerf olfactif, opinion avec laquelle, cependant, concorde peu cette circonstance, découverte par Ecker lui-même, que ces cellules ne se trouvaient, chez l'homme, que sur un point très-circonscrit, fortement coloré en jaune (*locus luteus s. regio olfactoria*, Ecker), tout en haut, en bas et en arrière des narines, tandis que le nerf olfactif a un champ de distribution notablement plus considérable.

Ces travaux ayant ainsi ouvert la voie à une connaissance plus exacte de la structure de la muqueuse olfactive, M. Schultze parvint à amener ce sujet très-près de sa solution. D'après les belles recherches de cet explorateur, recherches étendues à toutes les classes de vertébrés (*Berl. Monatsb.*, 1856, et *Unters. über den Bau der Nasenschleimhaut*, 1862), il existe dans la muqueuse olfactive de tous les *vertébrés* deux espèces de cellules, distinctes au point de vue anatomique et physiologique. Les unes, qui répondent aux cellules épithéliales d'Eckhardt et aux cellules olfactives d'Ecker, sont de *véritables cellules épithéliales*; les autres, ou la seconde forme des cellules fusiformes d'Eckhardt, cellules de remplacement d'Ecker, sont les véritables terminaisons du nerf olfactif, les véritables « cellules olfactives ». Les cellules épithéliales sont des cellules délicates, *sans cils*, légèrement colorées chez les mammifères; leur forme a été bien décrite, d'une manière générale, par Eckhardt et par Ecker. Elles se distinguent des cellules vibratiles du reste de la mu-

queuse nasale par leur longueur, par leurs prolongements ordinairement plus ramifiés et par leur délicatesse ; mais elles présentent aussi des formes intermédiaires. De même que les cellules épithéliales ordinaires, elles se conservent dans n'importe quelle solution d'acide chromique ou de chromate double de potasse. Les cellules olfactives ont une autre forme, parfaitement déterminée; elles portent toujours à l'une de leurs extrémités les filaments variqueux décrits ci-dessus, et, chez certains animaux (oiseaux, amphibies), leur extrémité libre, rétrécie ou légèrement renflée en bouton, présente des appendices configurés d'une manière déterminée, les *cils olfactifs* (M. Schultze, fig. 522, 1 *b*). Les prolongements de ces cellules et les appendices ciliés sont tellement délicats qu'ils ne se conservent que dans des solutions d'acide chromique parfaitement titrées ($\frac{1}{4}$-$\frac{1}{6}$ de grain d'acide par once d'eau, suivant les divers animaux), et que même les cils olfactifs ne peuvent être observés intacts qu'à l'état frais. Outre ces faits, Schultze prouva par un examen minutieux du nerf olfactif traité par l'acide chlorhydrique que, chez certains animaux au moins, les derniers ramuscules de ce nerf se terminent par une touffe de filaments variqueux très-fins, qui répondent parfaitement aux extrémités internes des cellules olfactives. Il parvint même, dans quelques cas isolés, à montrer presque parfaite la continuité entre les deux ordres de fibres.

Il paraît donc enfin démontré que, pour cet organe sensoriel, les extrémités nerveuses chargées de recevoir les impressions présentent une conformation spéciale, ainsi qu'on pouvait le présumer d'après les observations faites sur la rétine et sur l'organe de l'ouïe. Il est vrai que les recherches de Seeberg, Hoyer, Erichsen, Gastaldi et Lockhard Clarke ont en partie donné des résultats différents de ceux de Schultze, en partie démontré la fausseté de ces derniers ; mais, d'autre part, ceux-ci ont été confirmés par Ecker (*Henle's Jahresb.*, 1856, p. 117), moi (*Sitzungsb. d. Würzb. physik. Gesellsch.*, 1858, et 3ᵉ édit. de cet ouvrage, p. 684) et Balogh, et je suis pleinement convaincu qu'il n'est nullement douteux que Schultze soit dans le vrai quant aux faits principaux. Voilà pourquoi je passe d'autant plus volontiers sur les données contradictoires des auteurs cités plus haut, que nous avons le remarquable mémoire, si complet, de M. Schultze, qui démontre que ses affirmations reposent sur une base inébranlable. Du reste, M. Schultze, avec une conscience digne d'éloge, a séparé ce qu'il a vu manifestement de ce qui est encore douteux ; tout esprit sans préventions peut ainsi se former une opinion. Parmi les observateurs récents, Hoffmann et Henle ont vu les cellules de la région olfactive à peu près comme Schultze, mais aucun d'eux n'a été en mesure de démontrer la continuité entre les cellules et les fibres nerveuses. Bien plus, Hoffmann, ayant vu, sur des lapins et des grenouilles, les deux espèces de cellules subir la dégénérescence graisseuse après la section du nerf olfactif, croit devoir insister sur la possibilité que l'une et l'autre soient des cellules olfactives, conclusion qui, toutefois, ne paraît pas devoir être acceptée sans réserve. Au-dessous de l'épithélium, Hoffmann trouve une *basement membrane*.

J'ajouterai maintenant quelques détails, surtout d'après M. Schultze. Les *cellules olfactives des poissons et des mammifères* n'ont point d'*appendices* à leur extrémité libre ; les particules en forme de cils ou de bâtonnets qu'on voit à leur surface après l'action de l'acide chromique, sont produites par cet acide et formées de contenu expulsé. Chez les *amphibies*, au contraire, on rencontre des appendices spéciaux, capillaires, *cils olfactifs* (M. Schultze), qui se présentent sous deux formes : 1° sous celle de soies rigides, toujours uniques pour chaque cellule olfactive, et atteignant jusqu'à 0^{mm},135 de longueur ; 2° sous celle de cils très-fins, présentant à un faible degré des *mouvements* indépendants, ayant à peu près la même longueur, certainement 0^{mm},09 au moins, et dont généralement *plusieurs* sont implantés sur une même cellule. Les deux formes s'observent soit isolées, soit mélangées et paraissent même passer de l'une à l'autre par des transitions. Il est à remarquer, de plus, que ces cils sont excessivement *altérables* et que sous l'influence de l'eau, ils se ratatinent rapidement en une masse granulée, tandis que les véritables cils vibratiles de

la muqueuse nasale se meuvent pendant des heures dans ce liquide. Enfin les cellules olfactives des *oiseaux* ressemblent à celles des amphibies par tous leurs caractères essentiels.

Les *cellules épithéliales* de la région olfactive présentent plusieurs propriétés remarquables. En premier lieu, il est à mentionner qu'elles portent des *cils vibratiles* chez certains animaux (M. Schultze), aussi bien chez ceux dont les cellules olfactives sont dépourvues de cils olfactifs, comme les plagiostomes, que chez d'autres (amphibies, oiseaux), qui en sont munis. Toutefois, à l'égard de ce dernier point, les recherches ne sont pas encore complètes. Il faut, en second lieu, fixer l'attention sur les *prolongements*, simples ou ramifiés, que ces cellules portent à leur extrémité profonde et qu'elles présentent aussi plus haut, sous la forme d'appendices latéraux. Dans certains cas, ces prolongements latéraux, de même que les prolongements terminaux, établissent des connexions des diverses cellules entre elles, ou avec une base membraneuse commune de l'épithélium, sur laquelle M. Schultze a attiré l'attention. Je considère, avec Schultze, cette couche, qui se voit le mieux chez les plagiostomes (v. Schultze, *Unters.*, pl. IV, fig. 7), comme la couche la plus externe de la muqueuse ; à mon point de vue, c'est un réseau extrêmement serré de corpuscules de tissu conjonctif, de même que le rêticulum du système nerveux central, des glandes folliculeuses, etc., avec lequel M. Schultze la range. La question de savoir de quelle façon cette membrane est unie aux cellules épithéliales, me paraît difficile à trancher ; néanmoins je me permettrai de dire que ce n'est qu'après les preuves les plus irrécusables que je me déciderais à admettre que les cellules épithéliales se confondent véritablement avec elle et ne se bornent pas à s'y insérer. Chez certains animaux, M. Schultze a trouvé dans la région olfactive, outre les longues cellules épithéliales, une couche plus profonde de cellules plus petites, mentionnées aussi par Hoffmann et par Henle.

Tandis que la région olfactive est dépourvue de cils vibratiles chez tous les mammifères sans exception, il semble qu'il n'y ait rien de fixe, sous ce rapport, chez *l'homme* ; ou peut-être la disposition originelle est-elle, chez lui, troublée plus tard par suite de maladies de la muqueuse nasale. Ainsi, sur un supplicié examiné à Würzbourg, Leydig, Gegenbaur et H. Müller ont trouvé aussi de l'épithélium vibratile dans la région olfactive, sur l'ethmoïde. Relativement à cette observation, je dois faire remarquer, à la vérité, que, en tant qu'il m'en souvient, toute la région ne fut point examinée. A. Ecker, également sur un supplicié, après avoir examiné tous les points, sans une seule exception, arriva au même résultat, comme plus tard aussi Luschka et Welcker, chacun dans un cas, et Henle et Ehlers, dans deux cas. M. Schultze, au contraire, découvrit que chez l'homme aussi, de grandes étendues de la région supérieure des fosses nasales sont recouvertes de cellules épithéliales dépourvues de cils vibratiles et colorées en jaune, ce qui fut ensuite confirmé par Ecker sur un second supplicié, chez lequel il trouva la région non vibratile saturée d'un pigment jaune, d'où le nom de *locus luteus* qu'il lui donna. Dans ce cas, du reste, la coloration jaune n'occupait pas, particulièrement sur la cloison, mais aussi sur le cornet supérieur, toute la région où se distribuent les nerfs de l'olfaction. Dans des recherches ultérieures, M. Schultze trouva également cette disposition ; mais il remarqua en même temps qu'au-dessous des régions jaunes, se montraient, au milieu de l'épithélium ordinaire, comme des taches d'épithélium non vibratile avec des cellules olfactives, et que, sous ce rapport, il existe de grandes différences chez les divers individus, différences qu'il est porté à mettre sur le compte des inflammations si fréquentes de la muqueuse nasale, d'autant plus que dans un cas, sur une jeune fille de 16 ans, il trouva même un épithélium pavimenteux stratifié dans une étendue assez considérable de la région olfactive. L'opinion de M. Schultze, qui veut que, chez l'homme aussi, la région olfactive soit nettement circonscrite dans l'origine, trouve des arguments favorables dans l'histoire du développement de l'organe de l'odorat, laquelle nous apprend que cette région de la cavité nasale naît

isolément de la fossette olfactive de l'embryon. Mais de nouvelles recherches sont nécessaires pour déterminer les limites exactes de cette région.

Les *fibres nerveuses sans moelle* des branches de l'olfactif sont réunies en *faisceaux* par des gaînes homogènes et délicates, formées d'une substance conjonctive transparente, avec des noyaux adhérents à leur face interne. Les faisceaux les plus gros de cette nature qui naissent du bulbe olfactif, ont $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$ d'épaisseur, chez les mammifères, d'après M. Schultze. Les fibres primitives elles-mêmes sont, comme je l'ai dit depuis longtemps, des tubes délicats, à contenu paraissant, en général, finement granulé, avec des noyaux dans son intérieur; leur diamètre oscille entre des limites assez rapprochées (4-6,7 μ; chez le bœuf, jusqu'à 22 μ, moi; 3 μ et au-dessous, M. Schultze). D'après M. Schultze, elles s'amincissent parfois en se divisant. Le même observateur a démontré que ces fibres primitives, en se terminant dans la muqueuse, se décomposent en fibrilles variqueuses extrêmement fines, ce qui rend probable que ces fibrilles existent déjà dans les fibres, pendant leur trajet. L'union des fibrilles avec les cellules olfactives, que Schultze admet comme probable, n'a jamais pu être prouvée par lui manifestement. Toutefois, chez certains animaux, il est parvenu à démontrer que les fibrilles olfactives s'avancent au-dessus de la surface de la muqueuse, dans l'épithélium; conséquemment son opinion pourrait presque être considérée comme confirmée. La seule hypothèse, en effet, à laquelle on pourrait songer en présence des nouvelles recherches sur la terminaison des nerfs vestibulaires dans l'organe de l'ouïe, celle d'après laquelle les fibrilles olfactives se termineraient directement par les cils olfactifs, sans contracter de rapports avec certaines cellules de l'épithélium, cette hypothèse est inadmissible, puisque ces cils sont manifestement des appendices des cellules olfactives.

La structure du *bulbe olfactif* a été l'objet de communications importantes d'Owsjannikow, Lockhard Clarke et G. Walter, d'où il ressort que cette portion de l'encéphale possède une texture très-compliquée, peu soupçonnée autrefois, et sur laquelle on n'avait jusqu'alors que les données de Leydig relatives aux plagiostomes. Malheureusement ces deux auteurs, qui ont le plus approfondi ce sujet, n'ont pas réussi, malgré tous leurs efforts, à vaincre toutes les difficultés. Ainsi, ils n'ont pu reconnaître l'origine des fibres pâles des rameaux olfactifs; mais ce qu'ils ont élucidé jusqu'à présent, mérite toute considération et engage beaucoup à de nouvelles recherches. Les points principaux qu'ils ont établis sont les suivants : le bulbe olfactif des mammifères est creusé d'une cavité tapissée de cellules vibratiles, et l'on peut nettement démontrer (Owsjannikow, Walter) que les prolongements des cellules vibratiles sont en rapport de continuité avec les corpuscules conjonctifs d'une couche plus profonde de substance conjonctive. Puis viennent les tubes à contours foncés du *tractus olfactorius*, qui, tandis qu'ils se recourbent peu à peu vers la portion du bulbe qui regarde la lame criblée, s'amincissent et se continuent avec des fibrilles pâles, analogues à des cylindres d'axe. Ceux-ci se bifurquent plusieurs fois et s'unissent, d'après Walter, et Clarke partage cet avis, mais non d'une manière absolue, avec de petites cellules bipolaires. Puis elles se réunissent de nouveau, et se continuent avec les prolongements de grosses cellules multipolaires contenues dans la substance grise du bulbe. De ces cellules, qui, d'après Walter, sont fréquemment unies entre elles par de gros prolongements, d'autres prolongements s'irradient vers la surface et se perdent dans de gros corpuscules spéciaux, de forme arrondie, de chacun desquels naît un faisceau de fibres olfactives pâles. La structure de ces corpuscules sphériques, qui paraissent être les mêmes que ceux que Leydig a décrits, chez la Sphyrna, comme de grosses cellules ganglionnaires, et qui ont été vus par Clarke, ainsi que par Walter et M. Schultze (*Unters.*, p. 62), n'a pas encore pu être élucidée. La même chose peut se dire de la substance grise qui se trouve à leurs côtés; mais tout semble indiquer que la supposition de M. Schultze, qui voit dans chacun de ces globules un amas de cellules ganglionnaires, est la plus probable. Dans ce cas, les fibres olfactives pâles seraient à considérer comme des prolongements de ces cellules. Il est à remarquer, cependant, que d'après M. Schultze, il n'y a point encore de fibres larges dans

les [illegible] qui [illegible] du bulbe, mais seulement des fibrilles extrêmement fines. Si l'origine des fibres nerveuses de l'olfactif était suffisamment déterminée, on pourrait dire aussi quelle est leur signification anatomique. Si elles proviennent [illegible] des cylindres d'axe, [illegible] les fibrilles variqueuses très-fines qui en forment l'origine et la terminaison, représentent [illegible] ces cylindres. Mais aujourd'hui la question doit être réservée. Je me permets néanmoins d'exprimer l'opinion que la première manière de voir est probablement la vraie.

Pour terminer, je dois mentionner, pour ceux qui s'occupent de l'anatomie comparée des organes des sens, que des travaux importants de Max Schultze (*Ueber die Endigungsweise der Hörnerven*, [illegible], *Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut*, p. 44) et de Fr. E. Schulze (*Ueber die Nervenendigung in den Schleimkanälen der Fische*, in *Müll. Arch.*, 1861, p. 759, et *Ueber die becherförmigen Organe der Fische*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XII, p. 218) ont trouvé la grande fréquence des formations ciliées au niveau des terminaisons des nerfs des sens, ainsi que l'existence tantôt de cellules sensitives spéciales, tantôt d'une simple continuité entre les nerfs et les cils.

Pour l'étude de l'organe de l'odorat, c'est surtout l'épithélium qui est une cause de difficultés. Pour l'humecter, on ne doit employer qu'une solution d'albumine ou l'humeur vitrée. L'action de l'acide chromique et du chromate de potasse, annoncée d'abord par Eckhardt et si heureusement confirmée par M. Schultze, a déjà été mentionnée plus haut. Je ferai remarquer seulement que la soude caustique à 35 p. 100, le liquide de Müller, une solution d'acide oxalique saturée à froid, l'acide sulfurique ou l'acide acétique étendus peuvent aussi rendre de bons services. Les coupes verticales se font bien avec des ciseaux sur des fragments de muqueuse détachés des pièces [illegible]; souvent les bords des plis donnent de bonnes images de sections. Les glandes muqueuses se voient sur des coupes; les glandes de Bowman, par la dilacération, en examinant la surface et sur des coupes perpendiculaires de pièces durcies. Pour l'étude des nerfs olfactifs, la dilacération et l'examen dans l'humeur vitrée donneront de meilleurs résultats; quand il s'agit d'examiner le trajet de ces nerfs, l'acide chromique et les alcalis caustiques sont sans utilité. On emploiera plutôt la compression de pièces fraîches ou humectées avec la soude ou l'acide acétique. On peut aussi examiner des lambeaux de muqueuse qu'on aura fait macérer dans l'eau; les nerfs se conservent longtemps dans ce liquide.

Bibliographie. Todd-Bowman, dans leur Traité, II. — Kölliker, in *Würzb. Verh.*, t. IV, p. 60; *ibid.*, t. VIII, t. IX, *Sitzungsber.* — Leydig, in *Beitr. zur Anat. der Rochen und Haie*, 1852, p. 35. — Sappey, *Recherches sur les glandes de la pituitaire*, in *Gaz. méd.*, 1853, n° 35. — Kohlrausch, in *Müll. Arch.*, 1853, p. 159. — Gegenbaur, Leydig et H. Müller, in *Würzb. Verh.*, V.-Eckhardt, *Beitr. z. Anat. u. Phys.*, 1er cah. Giessen, 1855. — A. Ecker, in *Freib. Berichten*, nov. 1855; in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII, 1856, 2e cah. — R. Seeberg, *Disq. micr. de textura membr. pituit. nasi*, Dorpat, 1856, diss. — M. Schultze, in *Berl. Monatsb.* 13 nov. 1856, et *Unters. über den Bau der Nasenschleimhaut*, in *Abhandl. d. nat. Ges. zu Halle*, t. VII, 1862. — H. Hoyer, *De tunicæ mucosæ narium structura*. Berol, 1857, diss. et *Müll. Arch.*, 1860, p. 54. — B. Gastaldi, in *Memor. d. Accad. di Tor.*, XVII, p. 372. — Erichsen, *De texturâ nervi olfact.*, Dorp., 1857, diss. — H. Luschka, in *Arch. f. path. Anat.*, VIII, p. 442. — Colomann Balogh, *Das Jacobson'sche Organ. des Schafes*, in *Wien. Sitzungsb.*, t. XIII, p. 280, 449. — Owsjannikow, in *Müll. Arch.*, 1860, p. 469. — L. Clarke, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XI, p. 31. — G. Walter, in *Virch. Arch.*, XXII, p. 241. — Welcker, *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XX, p. 163. — Luschka, in *Med. Centralz.*, 1865, n° 22. — M. Schultze, *ibid.*, n° 25. — C.-K. Hoffmann, *Onderzoek. over den Bouw van de Membr. olfactoria*, 1866, Amsterd., diss. — Voyez, en outre, les *Icones phys.* d'Ecker et l'*Anatomie* de Henle.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
INTRODUCTION	1
§ 1. Historique	1
§ 2. État actuel de la science	3
§ 3. Moyens d'étude (bibliographie, microscope, préparations)	5

LIVRE PREMIER

HISTOLOGIE GÉNÉRALE

CHAPITRE PREMIER. — Des parties élémentaires.

§ 4. Parties élémentaires simples et composées	4
§ 5. Composition des cellules	11
§ 6. Volume et forme enveloppe	17
§ 7. Contenu de la cellule	20
§ 8. Formation des cellules	26
§ 9. Multiplication des cellules	28
§ 10. Multiplication des cellules par scission	28
§ 11. Scission endogène des cellules	31
§ 12. Théorie de la formation des cellules	35
§ 13. Phénomènes de la vie des cellules. — Accroissement	37
§ 14. Échange de matière dans les cellules. Absorption, transformation	40
§ 15. Excrétions opérées par les cellules	51
§ 16. Fonctions animales des cellules	55
§ 17 Conformation des parties élémentaires dans l'organisme parfait. — Diverses sortes de cellules	59

CHAPITRE II. — Des tissus, des organes et des systèmes.

§. 18. Définitions, divisions	62
SECTION PREMIÈRE. — *Tissu celluleux*	64
§ 19. Caractères généraux	64
§ 20. Tissu épidermique	66
§ 21. Tissu glandulaire	71
SECTION II. — *Tissus de la substance conjonctive*	75
§ 22. Caractères généraux de la substance conjonctive	75
§ 23. Substance conjonctive simple	82
§ 24. Tissu cartilagineux	84
§ 25. Tissu élastique	91
§ 26. Tissu conjonctif	96
§ 27. Tissu osseux	104
SECTION III. — *Tissu musculaire*	110
§ 28. Caractères généraux de ce tissu	110
§ 29. Tissu des muscles lisses	112
§ 30. Tissu des muscles striés en travers	116
SECTION IV. — *Tissu nerveux*	119
§ 31. Caractères généraux	119

LIVRE II

HISTOLOGIE SPÉCIALE

CHAPITRE PREMIER. — Du système cutané.

Pages.

SECTION PREMIÈRE. — *De la peau*........ 124
Article Ier. — Derme........ 124
§ 32. Parties qui constituent la peau........ 124
§ 33. Tissu conjonctif sous-cutané........ 125
§ 34. Derme proprement dit........ 125
§ 35. Structure du derme........ 127
§ 36. Cellules adipeuses........ 129
§ 37. Vaisseaux de la peau........ 131
§ 38. Nerfs de la peau........ 133
§ 39. Corpuscules sensitifs ou corpuscules terminaux........ 134
§ 40. Bulbes terminaux ou corpuscules de Krause........ 134
§ 41. Corpuscules du tact........ 138
§ 42. Corpuscules de Pacini ou de Vater........ 141
§ 43. Autres modes de terminaison ou des nerfs cutanés........ 144
Article II. — Épiderme........ 146
§ 44. Composition de l'épiderme........ 146
§ 45. Couche muqueuse........ 146
§ 46. Couche cornée........ 149
§ 47. Couleur de l'épiderme........ 152
§ 48. Épaisseur de l'épiderme........ 153
§ 49. Accroissement, régénération et développement de l'épiderme........ 153
SECTION II. — *Des ongles*........ 157
§ 50. Parties dont ils se composent........ 157
§ 51. Structure de l'ongle........ 160
§ 52. Rapports de l'ongle avec l'épiderme; accroissement et développement de l'ongle........ 162
SECTION III. — *Des poils*........ 164
§ 53. Parties dont ils se composent........ 164
§ 54. Distribution et volume des poils........ 165
§ 55. Structure des poils........ 166
§ 56. Substance médullaire........ 169
§ 57. Épiderme du poil........ 171
§ 58. Follicules pileux........ 172
§ 59. Follicules pileux proprement dits........ 172
§ 60. Gaînes de la racine........ 175
§ 61. Développement des poils; mue........ 178
SECTION IV. — *Des glandes de la peau*........ 182
Article Ier. — Des glandes sudoripares........ 182
§ 62. Distribution des glandes sudoripares........ 182
§ 63. Composition de ces glandes........ 182
§ 64. Structure du glomérule glandulaire........ 183
§ 65. Canaux sudorifères........ 186
§ 66. Développement des glandes sudoripares........ 187
Article II. — Des glandes cérumineuses........ 189
§ 67. — Structure des glandes cérumineuses........ 189
§ 68. Produit de la sécrétion des glandes cérumineuses........ 191

Pages.

Article III. — Des glandes sébacées 192
§ 69. Caractères des glandes sébacées 192
§ 70. Structure des glandes sébacées 195

CHAPITRE II. — **Du système musculaire.**

§ 71. Délimitation du système musculaire 199
§ 72. Structure des fibres musculaires 199
§ 73. Forme et longueur des fibres musculaires 208
§ 74. Mode d'union des fibres musculaires 209
§ 75. Union des muscles avec les autres parties 210
§ 76. Structure des tendons 211
§ 77. Union des tendons avec les autres parties 214
§ 78. Organes accessoires des muscles et des tendons 216
§ 79. Vaisseaux des muscles et de leurs organes accessoires 219
§ 80. Nerfs des muscles 221
§ 81. Développement des muscles et des tendons 231

CHAPITRE III. — **Du système osseux.**

§ 82. Délimitation, forme, distribution 238
§ 83. Structure du tissu osseux 239
§ 84. Substance fondamentale des os 242
§ 85. Cavités osseuses et canalicules osseux 247
§ 86. Périoste 252
§ 87. Moelle des os 254
§ 88. Modes d'union des os. — Synarthroses 255
§ 89. Connexions articulaires, diarthroses 262
§ 90. Capsules articulaires, capsules synoviales 265
§ 91. Vaisseaux des os et de leurs organes accessoires 269
§ 92. Nerfs du système osseux 272
§ 93. Développement des os 275
§ 94. Squelette cartilagineux primitif 275
§ 95. Métamorphose du squelette cartilagineux 278
§ 96. Changements qui ont lieu dans le cartilage d'ossification 278
§ 97. Ossification des cartilages 282
§ 98. Phénomènes élémentaires des sécrétions du périoste 293
§ 99. Os qui ne dérivent pas de cartilages 300
§ 100. Accroissement des os secondaires du crâne 301
§ 101. Phénomènes vitaux des os complétement développés 307

CHAPITRE IV. — **Du système nerveux.**

SECTION PREMIÈRE. — *Système nerveux en général* 313
§ 102. Délimitation, division 313
§ 103. Éléments du système nerveux 313
§ 104. Tubes nerveux contenant de la moelle 314
§ 105. Tubes nerveux sans moelle 322
§ 106. Cellules nerveuses 327

SECTION II. — *Système nerveux central* 335
§ 107. Moelle épinière 335
§ 108. Substance conjonctive de la moelle épinière et du système nerveux central en général 349
§ 109. Connexions probables entre les éléments de la moelle épinière 359
§ 110. Bulbe rachidien 369
§ 111. Distribution de la substance grise et de la substance blanche dans le bulbe rachidien 369
§ 112. Trajet probable des fibres dans le bulbe 383
§ 113. Cervelet 387
§ 114. Ganglions du cerveau 391
§ 115. Hémisphères cérébraux 396
§ 116. Enveloppes et vaisseaux du système nerveux central 402

Pages.

SECTION III. — *Système nerveux périphérique* 411
§ 117. Nerfs rachidiens 411
§ 118. Structure des ganglions spinaux 415
§ 119. Trajet ultérieur et terminaison des nerfs rachidiens 420
§ 120. Nerfs crâniens 422
§ 121. Nerfs ganglionnaires 424
§ 122. Cordon central des nerfs ganglionnaires 424
§ 123. Distribution périphérique des nerfs ganglionnaires 429
§ 124. Développement des éléments du système nerveux 431

CHAPITRE V. — Des organes de la digestion.

SECTION PREMIÈRE. — *Du canal intestinal* 443
§ 125. Texture générale du canal intestinal 443

A. — De la bouche 443
§ 126. Muqueuse buccale et tissu cellulaire sous-muqueux 444
§ 127. Épithélium de la cavité buccale 447

B. — De la langue 449
§ 128. Muscles de la langue 449
§ 129. Muqueuse linguale 451

C. — Des glandes de la cavité buccale 459
§ 130. — Distribution de ces glandes 459
§ 131. Structure des glandes muqueuses 461
§ 132. Follicules simples et amygdales 463
§ 133. Texture des glandes salivaires 468

D. — Des dents 471
§ 134. Parties dont elles se composent 471
§ 135. Ivoire 475
§ 136. Émail 482
§ 137. Cément 485
§ 138. Parties molles des dents 488
§ 139. Développement des dents 490
§ 140. Développement des tissus dentaires 501

E. — Organes de la déglutition 510
§ 141. Parties dont se compose le pharynx 510
§ 142. Parties dont se compose l'œsophage 512
§ 143. Structure générale de l'intestin 514
§ 144. Péritoine 514
§ 145. Tunique musculeuse de l'intestin 515
§ 146. Muqueuse de l'intestin 519
§ 147. Structure de la muqueuse stomacale 521
§ 148. Glandes de l'estomac 522
§ 149. Muqueuse stomacale proprement dite 525

F. — Muqueuse de l'intestin grêle 527
§ 150. Structure de cette muqueuse 527
§ 151. Villosités 528
§ 152. Glandes de l'intestin grêle 541
§ 153. Follicules clos de l'intestin grêle 542
§ 154. Muqueuse du gros intestin 548

SECTION II. — *Du foie* 552
§ 155. Structure générale 552
§ 156. Parenchyme sécréteur, lobule et substance du foie 552
§ 157. Cellules hépatiques et réseau des cellules hépatiques 555
§ 158. Conduits excréteurs de la bile 569
§ 159. Vaisseaux et nerfs du foie 573

SECTION III. — *Du pancréas* 581
§ 160. Structure du pancréas 581

Pages.
SECTION IV. — *De la rate*............ 583
§ 161. Structure générale... 583
§ 162. Enveloppes de la rate et trabécule........ 584
§ 163. Pulpe splénique........ 585
§ 164. Corpuscules de Malpighi........ 590
§ 165. Vaisseaux et nerfs........ 594

CHAPITRE VI. — **Des organes de la respiration.**

§ 166. Énumération........ 605
SECTION PREMIÈRE. — *Des poumons*........ 605
§ 167. Structure générale........ 605
§ 168. Larynx........ 605
§ 169. Trachée-artère........ 609
§ 170. Poumons........ 611
§ 171. Vaisseaux aériens et cellules aériennes........ 612
§ 172. Structure des bronches et des cellules aériennes........ 615
§ 173. Vaisseaux et nerfs des poumons........ 619
SECTION II. — *De la glande thyroïde*........ 623
§ 174. Caractères généraux de la glande thyroïde........ 623
§ 175. Structure de la glande thyroïde........ 624
SECTION III. — *Du thymus*........ 627
§ 176. Conformation générale du thymus........ 627
§ 177. Structure intime du thymus........ 629

CHAPITRE VII. — **Des organes urinaires.**

§ 178. Division........ 632
SECTION PREMIÈRE. — *Des reins*........ 632
§ 179. Structure générale........ 632
§ 180. Composition des substances rénales en général........ 633
§ 181. Trajet des canalicules urinifères en particulier........ 636
§ 182. Corpuscules de Malpighi........ 649
§ 183. Vaisseaux et nerfs........ 652
§ 184. Canaux excréteurs de l'urine........ 659
SECTION II. — *Des capsules surrénales*........ 663
§ 185. Description générale........ 663
§ 186. Structure intime........ 664
§ 187. Vaisseaux et nerfs........ 669

CHAPITRE VIII. — **Des organes génitaux.**

SECTION PREMIÈRE. — *Organes génitaux de l'homme*........ 673
§ 188. Division........ 673
§ 189. Testicules........ 673
§ 190. Structure des canaux séminifères, sperme........ 676
§ 191. Enveloppes, vaisseaux et nerfs du testicule........ 686
§ 192. Canal déférent, vésicules séminales, glandes accessoires........ 688
§ 193. Organes mâles de la copulation........ 693
SECTION II. — *Organes génitaux de la femme*........ 700
§ 194. Division........ 700
§ 195. Ovaire; ovaire accessoire........ 700
§ 196. Développement des follicules de Graaf et des œufs........ 707
§ 197. Chute périodique et reproduction des œufs, corps jaunes........ 716
§ 198. Oviducte et matrice........ 722
§ 199. Changements que subit l'utérus pendant la menstruation et la grossesse. 726
§ 200. Vagin et parties génitales externes........ 731
SECTION III. — *Des mamelles*........ 735
§ 201. Structure des mamelles........ 735
§ 202. Considérations physiologiques........ 737

CHAPITRE IX. — Du système vasculaire.

Pages.
§ 203. Parties dont il se compose 742
SECTION PREMIÈRE. — *Du cœur* 742
§ 204. Structure du cœur 742
SECTION II. — *Des vaisseaux sanguins* 750
§ 205. Structure générale des vaisseaux 750
§ 206. Artères 755
§ 207. Veines 762
§ 208. Capillaires 768
SECTION III. — *Des vaisseaux lymphatiques* 773
§ 209. Vaisseaux lymphatiques 773
§ 210. Glandes lymphatiques 781
SECTION IV. — *Du sang et de la lymphe* 795
§ 211. Division et distribution 795
§ 212. Éléments morphologiques de la lymphe 796
§ 213. Du sang 799
§ 214. Considérations physiologiques 816

Appendice au système vasculaire.

§ 215. Des prétendues glandes coccygienne et intercarotidienne 831

CHAPITRE X. — Des organes des sens supérieurs.

SECTION PREMIÈRE. — *Organe de la vue* 832
§ 216. Parties qui le constituent 832
Article I[er]. — Du globe oculaire 832
§ 217. — Membrane fibreuse de l'œil 832
§ 218. Membrane vasculaire ou choroïde 852
§ 219. Membrane nerveuse 862
§ 220. Cristallin 892
§ 221. Corps vitré 896
SECTION II. — *Organes accessoires de l'œil* 900
§ 222. Paupières, conjonctive, appareil lacrymal 900
§ 223. Considérations physiologiques 905
SECTION III. — *De l'organe de l'ouïe* 911
§ 224. Parties dont il est composé 911
§ 225. Oreille externe et moyenne 912
§ 226. Vestibule et canaux demi-circulaires osseux 914
§ 227. Limaçon 921
SECTION IV. — *De l'organe de l'odorat* 952
§ 228. Composition et structure 952

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.



